МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Д. И. Симисинов, Г. А. Боярских

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Методические указания по самостоятельной работе студентов
по направлению **20.03.01 Техносферная безопасность**

Екатеринбург
2020

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0261A6BD005DAC979B410F3EA731403511
Владелец: Упоров Сергей Александрович
Действителен: с 23.10.2020 до 23.01.2022

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета
«20» марта 2020 г.
Председатель комиссии
_____ проф. В. П. Барановский

Д. И. Симисинов, Г. А. Боярских

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Методические указания по самостоятельной работе студентов по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность

Издание УГГУ Екатеринбург, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗАДАЧА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ 4
ЗАДАЧА № 2 ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ 7
ЗАДАЧА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ 36
ГОРНЫХ МАШИН 36
ЗАДАЧА № 4 ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА ОТКАЗОВ (НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ) 41
ЗАДАЧА № 5 ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СОБЫТИЙ 46
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТАЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ 49
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 54

ЗАДАЧА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ

Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность технической системы, называется *показателем надежности.*

Большинство технических систем в горно-добывающей отрасли являются восстанавливаемыми.

К невосстанавливаемым объектам относятся те, работоспособность которых в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации. К таким объектам относятся: подшипники качения, зубчатые передачи, инструмент, канаты экскаваторов и буровых машин, пружины, уплотнения, приводные ремни и др. Конечно, почти все эти объекты могут быть отремонтированы в определенных условиях, но восстановление работоспособности системы производится путем замены вышедших из строя элементов другими и поэтому время, необходимое на ремонты этих элементов, не может влиять на надежность системы в целом.

Показателями надежности невосстанавливаемых объектов являются:

- вероятность безотказной работы;
- вероятность отказа;
- частота отказа;
- интенсивность отказа;
- средняя наработка на отказ.

Зависимости между этими показателями даны в статистической форме в табл. 1.1.

Для восстанавливаемых объектов показателями надежности являются:

$P_{(t)} = \frac{N(t)}{N_{\text{о}}}$ - вероятность безотказной работы;

$T_{\text{о}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{\text{ср}i}\Delta n_i}{N}$ - средняя наработка на отказ;

$\omega_{(t)} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta n_i}{N_{\text{î}} \cdot \Delta t}$ - параметр потока отказа;

$T_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} t_{\text{В}i}}{m}$ - среднее время восстановления;

$P_{(t_{\text{в}})} = 1 - e^{\frac{t_{З,}}{t_{\text{В}}}}$ - вероятность восстановления в заданное время;

$K_{\text{г}} = \dfrac{T_{\text{о}}}{T_{\text{о}} + T_{\text{в}}}$ - коэффициент готовности;

$K_{\text{ти}} = \dfrac{T_{\text{сум}}}{T_{\text{сум}} + T_{\text{рем}} + T_{\text{об}}}$ – коэффициент технического использования.

где t_i – наработка до i-го отказа при испытании N объектов;

Δn_i – количество отказов i-го объекта за время Δt;

t_{Bi} – время поиска и устранения i-го отказа;

m – число восстановленных объектов;

$t_{\text{з}}$ – время восстановления, заданное техническими условиями;

$T_{\text{сум}}$ – суммарная наработка всех исследуемых объектов;

$T_{\text{рем}}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов;

$T_{\text{об}}$ – суммарное время простоев из-за планового и внепланового технического обслуживания всех объектов.

$T_{\text{о}} : T_{\text{рем}} : T_{TO} = 1 : 0{,}4 : 0{,}05$

Таблица 1.1

Зависимости между показателями надежности

	$P_{(t)}$	$F_{(t)}$	$f_{(t)}$	$\lambda_{(t)}$
$P_{(t)}$	$\dfrac{N_{(t)}}{N_{\text{о}}}$	$1 - F_{(t)}$	$\dfrac{f_{(t)}}{\lambda(t)}$	$\dfrac{f_{(t)}}{\lambda(t)}$
$F_{(t)}$	$1 - P_{(t)}$	$\dfrac{n(t)}{N_{\text{о}}}$	$1 - \dfrac{f_{(t)}}{\lambda(t)}$	$1 - \dfrac{f_{(t)}}{\lambda(t)}$
$f_{(t)}$	$P_{(t)} \cdot \lambda_{(t)}$	$(1 - F_{(t)}) \cdot \lambda_{(t)}$	$\dfrac{\Delta n}{\Delta t \cdot N_{\text{о}}}$	$P_{(t)} \cdot \lambda_{(t)}$
$\lambda_{(t)}$	$\dfrac{f(t)}{P(t)}$	$\dfrac{f(t)}{1 - F(t)}$	$\dfrac{f(t)}{P(t)}$	$\dfrac{N_{(t)} - N_{(t+\Delta t)}}{N_{(t)} \cdot (t+\Delta t)}$
$T_{\text{ср}}$	$\dfrac{P(t)}{f(t)}$	$\dfrac{1 - F(t)}{f(t)}$	$\dfrac{P(t)}{f(t)}$	$\dfrac{1}{\lambda(t)}$

Примечание:

$N_{(t)}$ – число объектов, безотказно проработавших до момента времени (t);

$N_{\text{о}}$ – число объектов, работоспособных в начальный момент времени $t = 0$;

$n_{(t)}$ – количество объектов, отказавших к моменту времени t;

Δt – некоторый малый интервал времени;

Δn – количество объектов, отказавших за время Δt;

$N_{(t+\Delta t)}$ - число объектов, безотказно проработавших до момента $(t + \Delta t)$

Условие задачи

На испытание поставлено N изделий. За интервалы времени вышло из строя $n_{(\Delta t)}$ изделий. Определить для каждого интервала показатели надежности, свести их в таблицу и построить графики показателей надежности в зависимости от времени испытания.

Таблица 1.2

Условия задачи

Вариант	Количество отказавших изделий, Δn_i								
	ширина интервала (Δt_i), ч								N
	500 600	600 700	700 800	800 900	900 1000	1000 1100	1100 1200	1200 1300	
1	4	10	30	51	47	36	23	3	204
2	3	11	31	52	49	37	22	5	210
3	5	12	29	53	49	32	17	3	200
4	5	12	31	54	45	30	18	5	200
5	4	9	32	55	50	28	20	4	202
6	3	12	33	56	45	32	17	4	202
7	4	13	35	57	51	29	16	5	210
8	5	15	37	58	52	21	19	3	210
9	5	14	36	57	51	32	21	4	220
10	5	7	21	65	81	22	5	4	210
11	4	8	21	66	75	22	9	5	210
12	5	9	30	61	58	31	11	5	210
13	3	14	35	60	50	20	12	6	200
14	4	10	28	55	45	35	25	8	210
15	5	12	30	54	45	30	20	4	200
16	4	13	32	55	47	28	17	4	200
17	4	12	31	60	50	26	12	5	200
18	5	13	33	58	54	27	6	4	200
19	6	12	29	52	56	29	11	5	200
20	6	15	35	55	45	25	14	5	200
21	5	16	34	52	46	27	15	5	200
22	4	13	33	53	48	29	16	4	200
23	5	12	28	54	49	28	19	5	200
24	5	14	30	50	49	31	18	3	200
25	3	12	33	57	52	28	10	5	200

Вопросы:

1. Какое свойство надежности отражают рассчитанные в задаче показатели?
2. Какие единицы измерения имеют рассмотренные показатели?
3. Как определить среднюю наработку на отказ по их вероятности в заданном интервале времени наблюдения аналитически и на графиках изменения значений P_t.

4. Какими показателями оценивается надёжность невосстанавливаемых изделий?

ЗАДАЧА № 2 ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Основным методом получения достоверной информации о надежности технических систем, к которым можно отнести горные машины, комплексы и агрегаты является наблюдение в процессе эксплуатации или в ходе специальных испытаний на надежность.

При обработке статистических данных об отказах и работоспособности должны использоваться методы теории вероятностей и математической статистики. Случайной величиной при этом может быть время безотказной работы; количество отказов за некоторый промежуток времени, время, затраченное на устранение последствий отказов и т. д.

Исчерпывающей характеристикой технических систем с непрерывным характером работы служит закон распределения времени безотказной работы. Если известен вид закона и его параметры, то легко определить любую интересующую нас характеристику надежности.

При обработке данных об отказах изделий целесообразно соблюдать следующий порядок:

1) подготовка опытных данных (составление вариационного ряда и группировка статистических данных об отказах) по табл. 4.1;

2) построение гистограммы и выбор закона распределения;

3) вычисление параметров предлагаемого закона;

4) проверка допустимости выбранного закона по критериям согласия;

5) оценка показателей надежности.

I этап. При анализе причин отказов и оценке надежности технических систем необходимо правильно проводить наблюдения и сбор статистических данных по отказам, наработке на отказ, восстановлениям.

Таблица 4.1

Образец таблицы исходных данных для определения закона распределения

Δt_i	t'	$n_{(\Delta t_i)}$	$f_{(t_i)}$	$f^{/}(t_i)$	$\lvert f_{(t_i)} - f^{/}(t_i) \rvert$
0 - 100	50	20	0,00145	0,0012	0,00025
100 - 200	150	40	0,00290	0,0022	0,0007 max
200 - 300	250	34	0,0024	0,0025	0,0001
300 - 400	350	30	0,0021	0,0019	0,0002
400 - 500	450	13	0,0009	0,001	0,0001

Примечание:

Δt_i - длина i-го интервала времени; $n_{(\Delta t_i)}$ - число отказов в интервале Δt_i;

$f_{(\Delta t_i)}$ - частота отказа; $f_{(t_i)} = \dfrac{n_{(\Delta t_i)}}{\Delta t_i \cdot N_{\text{o}}}$;

N_o - число объектов, работоспособных в начальный момент времени $t = 0$.

Под значением $f^{/}(t_i)$ построить графики в зависимости от $t_i^{/}$,

II этап. На втором этапе по данным табл. 4.1 строится гистограмма - ступенчатая функция, задаваемая следующим образом: по оси абсцисс - выбранные Δt_i, по оси ординат - число отказов $n_{(\Delta t_i)}$ в интервале Δt_i.

Пример гистограммы приведен на рис. 4.1.

Исходя из вида гистограммы, подбирается вид закона распределения времени безотказной работы.

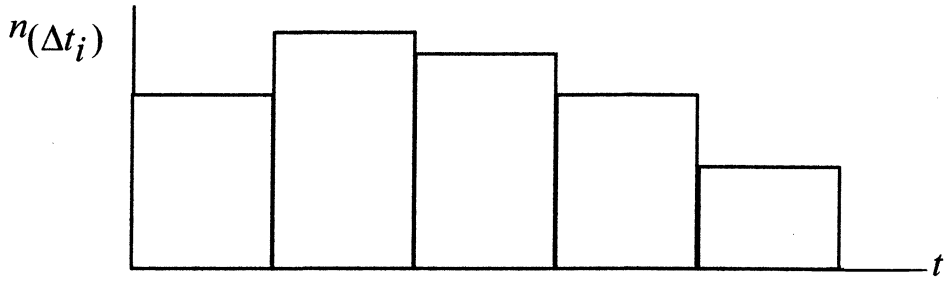
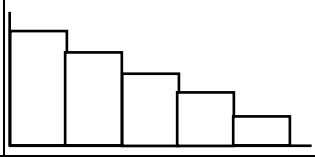
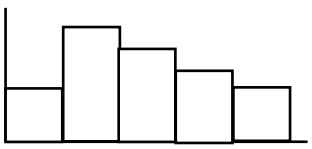
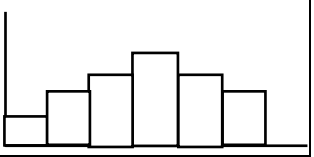


Рис. 4.1. Пример построения гистограммы

Рекомендуемые законы распределения для различных типов гистограмм представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Коэффициент вариации			
$0{,}3 < V < 1$	Экспоненц.	Нормальный Усеч. норм.	Нормальный Усеч. норм.
$V \approx 1$	Экспоненц.	Нормальный Логарифм. норм.	Нормальный Вейбула
$V > 1$	Экспоненц. Вейбула	Нормальный	Нормальный
$V \le 3$	Вейбула	Нормальный Вейбула	Нормальный Усеч. норм.

Коэффициент вариации $V = \dfrac{\sigma}{T_o}$,

где σ - среднее квадратическое отклонение, $\sigma = \sqrt{\dfrac{\sum (t_i - T_o)^2}{N_o}}$;

T_o - среднеарифметическая величина, $T_o = \frac{\sum t_i}{N_o}$;

t_i - моменты отказов оборудования (принимаются по табл. 4.5).

III этап

После предположительного установления вида закона распределения можно приступить к оценке его параметров. Рассмотрим некоторые методы оценки параметров различных законов распределения времени безотказной работы технических систем.

Экспоненциальный закон

Прежде всего, следует отметить, что экспоненциальное распределение характерно для внезапных отказов элементов и систем в целом. Экспоненциальное распределение хорошо описывает время безотказной работы сложных систем, состоящих из большого числа разнородных компонентов, а также электронной аппаратуры. Кроме того, вследствие неизменности величины интенсивности отказов расчеты надежности при применении этого распределения наиболее просты. В этом случае функция распределения наработки до отказа представлены в общем виде на рис. 4.2, *а*.

Функция плотности вероятности времени безотказной работы имеет вид:

$$f_{(t_i)} = \lambda \cdot e^{-\lambda . t} \text{ при } t_i \geq 0. \quad (1)$$

Оценка параметра λ производится по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{T_o}.$$

Нормальный закон (рис. 4.2, *б*)

Нормальный закон наиболее часто используется для оценки надежности систем при наличии постепенных отказов. Нормальное распределение используется для описания систем и элементов, подверженных действию износа. Плотность вероятности нормального закона задается отношением:

$$f_{(t_i)} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t_i - T_o)^2}{2\sigma^2}} \text{ при } t_i \geq 0 \quad (2)$$

где T_o - средняя наработка до отказа;

σ - среднее квадратическое отклонение.

Оценка параметров T_o и σ для всех планов испытаний производится по формулам:

$$T_o = \frac{\sum t_i}{N_0}, \qquad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N_0 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{N} (t_i - T_o)^2},$$

где t_i - моменты отказов горного оборудования или машин (табл. 4.4);

N - число наблюдений.

Формулы для расчета показателей надежности при нормальном распределении, с учетом функции Лапласа, приведены в табл. 4.4. Графики распределения представлены на рис. 4.2, *а*.

Это распределение описывает поведение случайных величин в интервале (- ∞, + ∞). Однако время является неотрицательной величиной. Поэтому также используется усеченное нормальное распределение, при $t > 0$. При этом вероятность безотказной работы, плотность распределения наработки до отказа, частота отказов и наработка до отказа определяются по соотношениям, приведенным в табл. 4.4.

Логарифмически-нормальный закон

Функция плотности вероятности этого закона имеет вид:

$$f'(t_i) = \frac{1}{t_i \sigma_1 \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\ln t_i - a_1)^2}{2\sigma_1^2}} \quad \text{при } t_i \geq 0 \qquad (3)$$

Оценка параметров a_1 и σ_1 производится по формулам:

$$a_1 = \frac{\sum \ln t_i}{N}, \qquad \sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (\ln t_i - a_1)^2} \; .$$

Логарифмически-нормальный закон хорошо описывает период износовых отказов (рис. 4.2, *б*).

Закон распределения Вейбулла - характерен для комбинированных случаев совместного действия усталостных и износных отказов. Распределение Вейбулла - двухпараметрическое распределение, может быть применено для описания наработки до отказа ряда электронных и механических систем, включая период приработки.

Формулы для расчета показателей надежности при распределении Вейбулла см. в табл. 4.4.

При $B=1$ распределение Вейбулла совпадает с экспоненциальным (см. рис. 4.2, а), когда интенсивность отказов постоянна, при $B>1$ интенсивность отказов монотонно возрастает (рис. 4.2, в), а $B<1$ - монотонно убывает (рис. 4.2, г).

Функция плотности вероятностей этого закона имеет вид:

$$f'(t_i) = B \cdot k \cdot t_i^{B-1} \cdot e^{-kt_i^B} \quad \text{при } t_i \geq 0. \qquad (4)$$

Значения B принять в соответствии с табл. 4.3 по коэффициенту вариации V.

Значения параметров k и B определяются соответственно:

$$k = \frac{N}{\sum t_i^a}, \quad a = 1.$$

Таблица 4.3

Значения коэффициента вариации V для заданных значений параметра B

B	V	B	V	B	V	B	V	B	V
0,20	15,843	1,70	0,605	3,20	0,343	4,70	0,242	6,20	0,188
0,30	5,408	1,80	0,575	3,30	0,333	4,80	0,238	6,30	0,185
0,40	3,141	1,90	0,547	3,40	0,345	4,90	0,233	6,40	0,183
0,50	2,236	2,00	0,523	3,50	0,316	5,00	0,229	6,50	0,180
0,60	1,758	2,10	0,500	3,60	0,308	5,10	0,225	6,60	0,177
0,70	1,462	2,20	0,480	3,70	0,301	5,20	0,221	6,70	0,175
0,80	1,260	2,30	0,461	3,80	0,294	5,30	0,217	6,80	0,173
0,90	1,113	2,40	0,444	3,90	0,287	5,40	0,213	6,90	0,170
1,00	1,000	2,50	0,428	4,00	0,280	5,50	0,210	7,00	0,168
1,10	0,910	2,60	0,413	4,10	0,274	5,60	0,206	7,50	0,158
1,20	0,837	2,70	0,399	4,20	0,268	5,70	0,203	8,00	0,148
1,30	0,776	2,80	0,387	4,30	0,263	5,80	0,200	8,50	0,140
1,40	0,724	2,90	0,375	4,40	0,257	5,90	0,197	9,00	0,133
1,50	0,679	3,00	0,363	4,50	0,252	6,00	0,194	9,50	0,126
1,60	0,640	3,10	0,353	4,60	0,247	6,10	0,191	10,00	0,120

IV этап. На этом этапе осуществляется проверка допустимости предполагаемого закона распределения времени безотказной работы на основании критериев согласия. Наиболее употребительными из них являются критерий Пирсона (или критерий χ^2 - хи-квадрат, при $N > 100$) или критерий Колмогорова (при $N < 100$).

1. Определение соответствия теоретического распределения эмпирическим данным по критерию χ^2 производится следующим образом.

По предполагаемому виду теоретического распределения и по эмпирическим данным вычисляют величину χ^2 по формуле:

$$x^2 = \sum_{i=1}^{K} \frac{(m_i - n_i)^2}{m_i},$$

где n_i - эмпирические частоты, число попаданий эмпирических данных в i-й интервал времени;

m_i - теоретические частоты;

K - общее число интервалов времени.

По таблице П. 4 [9] распределения случайной величины χ^2 определяют вероятность того, что случайная величина χ^2 принимает значения большие χ_0^2, т. е. $B_{\text{ср}}(\chi^2 \geq \chi_0^2) = P$. Если $P > 0{,}1$, то закон принимается.

2. Критерий согласия Колмогорова определяется по условию:

$$\Delta_k = Д_{\max} \cdot \sqrt{N} \le 1,$$

где $Д_{max}$ – наибольшее отклонение по модулю теоретических значений $f(t)$ (формулы 1 - 4) от эмпирических (табл. 4.1);

N - число наблюдаемых (испытываемых) изделий.

V этап. Установив закон распределения и его параметры можно определить количественные показатели надежности.

При изучении надежности технических систем наиболее часто применяются следующие законы распределения времени безотказной работы и времени восстановления: экспоненциальный, нормальный, логарифмически-нормальный, Вейбулла.

В табл. 4.4 приведены в соответствии с ГОСТом 27.503-81 выражения для оценки количественных характеристик надежности горного оборудования при указанных выше законах распределения времени безотказной работы.

В табл. 4.4. *приняты следующие обозначения:*

$T_{ср}$ - средняя наработка до 1-го отказа; средний ресурс; средний срок службы;

$T_с$ - средний срок сохраняемости;

$T_в$ - средний срок восстановления;

$T_{с\gamma}$ - гамма-процентный срок сохраняемости;

T_γ - гамма - процентный ресурс;

$P_{(t)}$ - вероятность безотказной работы до 1-го отказа;

$P_{(t_в)}$ - вероятность восстановления;

λ - интенсивность отказов;

$\lambda_в$ - интенсивность восстановления.

Таблица 4.4

Формулы для определения количественных характеристик надежности

Закон распределения	$T_{\text{о}}$	$T_{\text{ср}}$	T	$T_{\text{с}}$	$T_{\text{в}}$	$T_{C\gamma}$	T_{γ}	$P_{(t)}$	$P_{(t_{\text{в}})}$	λ	$\lambda_{\text{в}}$
Экспоненциальный	$\frac{1}{\lambda}, \frac{1}{\lambda_C}, \frac{1}{\lambda_B}$					$\frac{1}{\lambda}\left(-\ln\frac{\gamma}{100}\right)$		$e^{-\lambda \cdot t_i}$	$P_{t_B}=1-e^{-\lambda_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}}}$	λ	
Вейбулла	$\Gamma\left(\frac{1}{B}+1\right)\Big/\lambda\frac{1}{B}$					$\left[\frac{1}{\lambda}\left(-\ln\frac{\gamma}{100}\right)\right]^{\frac{1}{B}}$		$e^{-\lambda t B}$	$1-e^{-t_B \cdot B/\lambda_{\text{В}}}$	$B \cdot \lambda \cdot t_i^{B-1}$	
Нормальный	$\frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}$					$T_0 - K_\gamma \cdot \sigma$		$\Phi_{\text{о}}\left(\frac{T_{\text{о}} - t_i}{\sigma}\right)$	$\Phi_{\text{о}}\left(\frac{t_B - T_B}{\sigma_{t_B}}\right)$	$\frac{1}{\sigma} f_{\text{о}}\left(\frac{t_i - T_{\text{о}}}{\sigma}\right)\Big/\Phi_{\text{о}}\left(\frac{T_{\text{о}} - t_i}{\sigma}\right)$	
Логарифмически-нормальный	$e^{a_1+\frac{\sigma_1^2}{2}}$					$e^{a_1 - K\gamma \cdot \sigma_1}$		$\Phi_{\text{о}}\left(\frac{a_1 - \ln t_i}{\sigma_1}\right)$	$\Phi_{\text{о}}\left(\frac{\ln t_i - a_1}{\sigma_1}\right)$	$\frac{1}{t\sigma_1} f_{\text{о}}\left(\frac{\ln t_i - a_1}{\sigma_1}\right)\Big/\Phi\left(\frac{a_1 - \ln t_i}{\sigma_1}\right)$	
Усеченный нормальный	$T_o + \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}\Phi\left(\frac{T_{\text{о}}}{\sigma}\right)} \cdot e^{\frac{T_o}{2\sigma^2}}$					$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\Phi\left(\frac{T_{\text{о}}}{\sigma}\right)} \cdot e^{-\frac{\left(\frac{t}{\sigma}\right)}{\sigma}}$		$1-\frac{\Phi\left(\frac{T_o - t_o}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{T_{\text{о}}}{\sigma}\right)}$	$\frac{\Phi\left(\frac{t_i - \frac{\lambda}{T_{\text{о}}}}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{T_o}{\sigma}\right)}$	$\frac{e^{-\frac{(t_i - T_{\text{о}})^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi}\Phi\left(\frac{t_i - T_{\text{о}}}{\sigma}\right)}$	

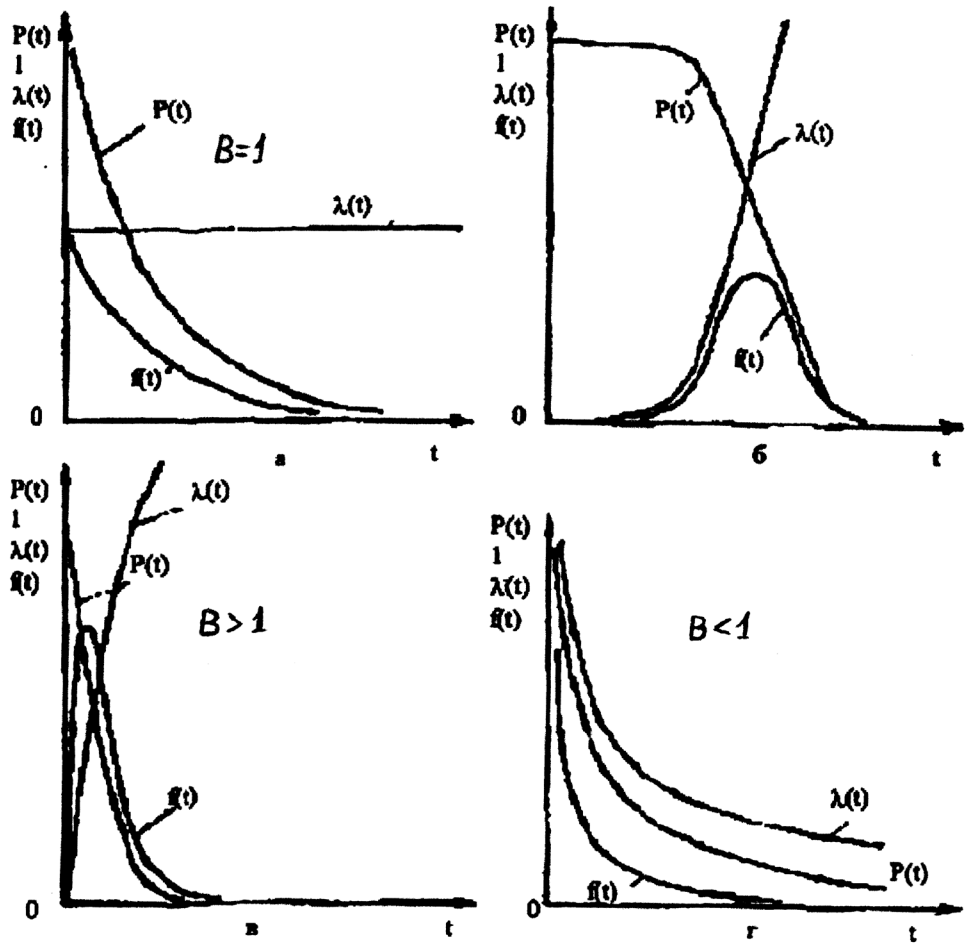


Рис. 4.2. Графики изменения показателей надежности для различных законов распределения

где $\Gamma(x)$ - гамма-функция;

$\Phi_o(z)$ - нормированная функция Лапласа;

$\Phi(z)$ - интеграл вероятности (табулировано в ГОСТе 27.503-81 (см. прил. 2 и 1);

$\frac{\gamma}{100}$ - регламентированная вероятность (в задачах принимается $\frac{90}{100}$);

t_γ - гамма-процентный ресурс (для γ = 90 % определяется для времени $t_в$ табл. 4.5);

K_γ - квантиль нормального закона распределения, $K_\gamma = 1{,}23$ для γ = 90 % (вероятность безотказной работы).

Условие задачи

В результате испытания партии горного оборудования получен ряд значений моментов отказов (табл. 4.5). На основании анализа этих данных необходимо выявить закон распределения времени безотказной работы. Определить нормируемые показатели надежности для оборудования, указанного в соответствующем варианте задачи, приняв соотношение $T_{\text{о}} : T_{\text{в}} : T_{\text{то}} = 1:0{,}4:0{,}05$ (приложения п. 3 и 4) для времени t, указанного в табл. 4.5. и в каждом интервале.

Таблица 4.5

Исходные данные для определения нормируемых показателей надежности

Вариант	Зафиксированный момент отказа (в скобках указано количество повторений данных значений), час	Тип оборудования
1	2	3
4.1	3 (2), 6 (2), 7, 8, 12 (2), 14, 17, 18, 21, 23, 24, 28, 32, 34, 37 (2), 44, 47	Валковый грохот, t = 24 ч
4.2	2 (2), 3 (2), 6, 7, 8, 9 (2), 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 27, 35, 38, 53, 56, 69, 77, 86, 98, 120	Гидроциклон, t = 24 ч
4.3	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 29, 30, 32, 33, 40, 42, 45, 46, 55, 68, 69, 70, 73, 86, 90	Барабанный грохот, t = 48 ч
4.4	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (2), 10 (3), 11 (3), 12 (2), 13 (2), 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 30, 32	Молотковая дробилка, t = 24 ч
4.5	12, 26, 34 (6), 45 (3), 53, 61 (4), 69 (3), 75 (2), 84 (2), 92, 95	Уборочная машина, МТФ-43А, t = 722 ч
4.6	11, 34, 35, 62, 63, 77, 86, 124, 129, 148, 178, 182, 213, 235, 241, 264, 275, 281, 323, 340, 372, 443, 478	Станок буровой, t = 200 ч
4.7	22, 31, 35, 50, 67, 74, 80, 84, 91, 93, 138, 152, 166, 171	Перфоратор колонковый ПК-60, t = 72 ч
4.8	19, 28 (2), 32, 36 (2), 50, 51, 71, 124, 126, 138, 163, 231, 246, 260, 300, 302, 320, 341, 380	Породопогрузочная машина, t = 200
4.9	15, 28, 29 (2), 54, 61, 71, 73, 76, 77, 91, 102, 103, 117, 145, 150, 170, 196, 200, 204, 245, 249	Дробилка конусная, t = 120 ч
4.10	19, 62, 92, 102, 121, 193, 200 (2), 215, 229, 245, 384, 385, 462, 486, 538, 576, 631, 680, 715	Ходовая часть трактора ДТ-75Б, t = 400 ч
4.11	17, 18, 57, 134, 160 (2), 174, 198, 200, 225, 279, 370, 420	Мельница самоизмельчающая, t = 200 ч
4.12	61, 64, 92, 149, 150 (2), 178 (2), 200 (2), 252, 255 (2), 312, 340, 341, 359, 362, 378, 600	Врубовая машина, t = 250 ч
4.13	69, 72, 79 (2), 81, 93, 99, 111, 112, 117, 119, 130, 135, 150, 153, 157, 180 (2), 190, 200, 216, 240	Фрезер МТФ-14, t = 120 ч
4.14	6, 15, 23, 31, 35, 38, 41, 42, 46, 54, 65, 72, 77, 88, 91, 103, 118, 126, 144, 162, 226	Вибрационный грохот, t = 72 ч

Окончание табл. 4.5

1	*2*	*3*
4.15	200, 232, 328, 368, 393, 404, 421, 457, 483, 511, 527, 540, 544, 572, 598, 605, 619, 633, 660, 681, 736, 942	Трактор ДТ-75Б, t = 300 ч
4.16	78, 110, 138, 200, 300, 427, 447, 450, 500, 510, 520, 530, 540, 590, 600, 635, 660, 680, 725, 750, 810, 900, 910 (2), 975	Подъёмная машина, t = 400 ч
4.17	11, 26, 46, 53, 66, 105, 122, 125, 131, 137, 145, 150, 154, 156, 158, 165, 170, 172, 175, 182, 187, 190, 200, 221, 243, 305	Шаровая мельница, t = 200 ч
4.18	13, 25, 38, 42, 51, 72, 85, 105, 136, 187, 195, 205, 215, 225, 235, 245 (2), 265, 275, 280, 285, 310, 345, 390, 428	Трансмиссия трактора ДТ-75Б, t = 300 ч
4.19	10, 16, 30, 35, 40, 110, 118, 122, 135, 150, 155, 230, 240 (2), 270, 275, 300, 325, 350 (2), 395, 460, 490, 555, 675	Машина глубокого дренирования МГД-64, t = 500 ч
4.20	3, 4 (2), 5 (3), 6 (2), 7 (2), 8 (2), 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18	Буровая каретка 6К-2, t = 12 ч
4.21	4, 7 (2), 9, 10, 11 (3), 12 (3), 14 (3), 15 (3), 16 (5), 17 (3), 18 (2), 19 (2), 20, 23, 30, 35	Насос центробежный ЦНС-38, 44, t = 18 ч
4.22	10 (2), 11 (2), 12 (4), 13 (6), 14 (2), 15 (3), 18 (3), 20 (3), 22, 24, 25, 29, 34, 37	Вибротранспортер, t = 24 ч
4.23	4, 5 (3), 6 (4), 7 (7), 8 (4), 9 (2), 10 (3), 11 (3), 12 (2), 13, 15, 17, 22, 26, 36	Комбайн КМШ, t = 24 ч
4.24	16 (2), 17 (3), 18 (4), 19 (2), 20 (5), 22 (3), 24 (2), 27 (2), 28, 30, 36, 42, 45	Дробилка конвейерная ДКК-2-01, t = 24 ч
4.25	18 (2), 20 (2), 22 (4), 25 (2), 26 (3), 33 (2), 35 (3), 40 (2), 52 (2), 57, 64, 73, 85	Комбайн врубовый МКВ, t = 48 ч

Примечание. t – время работы оборудования, при котором производится расчет нормируемых показателей надежности, выбранных по таблицам прил. П.4 и П.5

Вопросы:

1. Как определить число интервалов наблюдения?
2. Сколько моментов отказов попадает в интервал $T_{ср} \pm \sigma$?
3. Как определить численное значение вероятности отказа по кривой распределения плотности вероятности отказа?
4. Как определить графически гамма-процентный ресурс?
5. Какова интенсивность отказов при средневероятной наработке на отказ?
6. Какова вероятность отказа при нормированной величине гамма-процентного ресурса?
7. Какова величина коэффициента готовности при нормированном гамма-процентном ресурсе?
8. Какие параметры теоретического закона распределения применены в задаче?

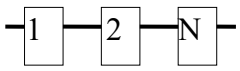
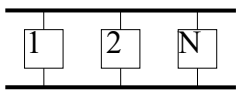
ЗАДАЧА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН

Определение показателей надежности горно-транспортных систем возможно при известных показателях надежности их элементов. Обычно эта инженерная задача решается на этапе проектирования для установления надежности по разработанной структурной схеме машины, поэтому и расчетная надежность получила название структурной. Структурная схема разработанной системы может содержать последовательное, параллельное и комбинированное содержание элементов.

Основные зависимости для определения надежности системы при различных структурных схемах даны в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Структурная надежность систем

Соединение элементов	Вероятность безотказной работы, P_c	Интенсивность отказов, λ_c	Средняя наработка на отказ, $T_{ср}$	Коэффициент готовности, $K_г$
Последовательное 	$\prod_{i=1}^{N} P(t)_i$	$\sum_{i=1}^{N} \lambda(t)_i$	$\int_o^{\infty} \prod_{i=1}^{N} P(t)_i \, dt$	$\frac{1}{1+\sum_{i=1}^{N} \frac{1-K_{ri}}{K_{ri}}}$
Параллельное 	$1-\prod_{i=1}^{N}\left(1-P(t)_i\right)$	$-\frac{P'(t)_i}{P(t)_i}$	$\int_o^{\infty}\left(1-\prod_{i=1}^{N} P(t)_i\right)dt$	$\sum_{i=1}^{N} T_{срi} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} \frac{T_{срi}}{K_{ri}}}$

Системы с параллельным соединением элементов - с резервированием - имеют надежность значительно выше. Поэтому для ответственных систем (двойная система тормозов, двухнасосные установки систем смазки, двух- или многоагрегатная схема механизма поворота платформ экскаваторов, двухдвигательный привод у лебедок подъема, многодвигательный привод электровозов и др.) применяют резервирование (общее или раздельное).

Показатели надежности отдельных элементов, входящих в рассчитываемую структурную схему, берутся или на основе ранее проведенных статистических исследований подобных элементов в ранее эксплуатируемых машинах, или из специально организованных испытаний этих элементов, или с достаточной точностью для инженерного решения при проектировании механизма, или могут быть взяты из таблиц, в которых сведены данные многих предприятий, изготовляющих те или иные узлы и детали.

Могут быть случаи, когда для нормальной работы системы необходимо, чтобы исправными оставались *r* из группы *m* параллельно взаимодей-

ствующих элементов. При этом получается резервирование с дробной кратностью h, определяемой по формуле

$$h = \frac{m - r}{r}.$$

Например, в зависимости от горно-геологических условий допускается в группе из трех секций отказ любой одной секции. На рис. 3.1 показана расчетная схема соединения основных и резервных секций механизированной крепи дробной кратности резервирования равной

$$h = \frac{m - r}{r} = \frac{3 - 2}{2} = \frac{1}{2}$$

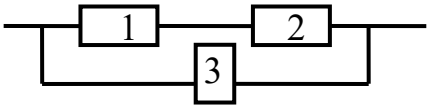


Рис. 3.1. Расчетная схема основных секций крепи

На основании теоремы сложения вероятностей суммарная вероятность безотказной работы групп секций (рис. 5.1) можно записать в виде

$$m_{‹\text{р}} = \sum_{i=0}^{m-r} P_i .$$

При одинаковых условиях работы может быть применена частная теорема о повторении опытов, при этом вероятность будет подчинена биномиальному распределению

$$P_i = C_m^i P_{\text{с}}^{m-1} q_{\text{с}}^i ,$$

где $P_{\text{с}}$ – вероятность безотказной работы секций крепи;

q_c – вероятность отказа секций крепи;

i – количество секций в группе, отказ которых допускается.

Поскольку, согласно принятому условию, i может быть равно только 0 или 1, то выражение принимает вид

$$m_{‹\text{р}} = P_{\text{с}}^m + mP_{\text{с}}^{m-1} q_{\text{с}} .$$

Взаимодействие отдельных резервированных групп является последовательным, поэтому для крепи в целом

$$P_{\text{кр}} = \prod_{i=1}^{\text{ж}} P_{\text{ср}} = \prod_{i=1}^{\text{ж}} \left(P_{\text{с}}^m + mP_{\text{с}}^{m-1} q_{\text{с}} \right),$$

где K – число резервированных групп секций;

m – число секций в резервированной группе (в 1-ой схеме – 3, во 2-ой – 4. в 3-ой – 5).

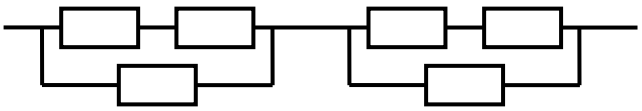
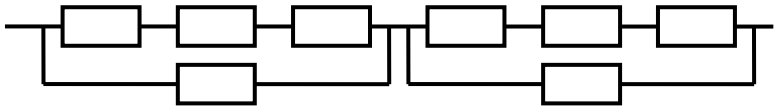
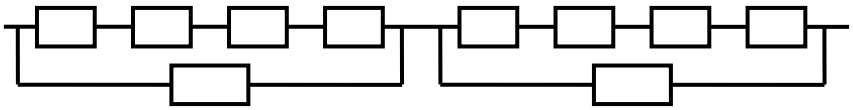
Для крепи, имеющей 100 секций и допускающей отказ одной секции в группе из 10 секций, при P_c = 0,98, вероятность безотказной работы

$$P_{\text{кр}} = \left(P_{\text{с}}^{m} + mP_{\text{с}}^{m-1}q_c\right)^{K} = \left(0{,}98^{10} + 10 \cdot 0{,}98^{9} \cdot 0{,}02\right)^{10} = 0{,}83.$$

В задачах 3.1 – 3.17 (табл. 3.2) рассчитать $P_{\text{кр}}$ для трёх схем соединения при одинаковых значениях K и $P_{\text{с}}$.

Таблица 3.2

Условия задач

Вариант	Структурная схема	K	$P_{\text{с}}$
3.1		5	0,98
3.2	- “ -	10	0,96
3.3	- “ -	8	0,96
3.4	- “ -	7	0,98
3.5	- “ -	6	0,97
3.6		10	0,98
3.7	- “ -	6	0,97
3.8	- “ -	8	0,96
3.9	- “ -	5	0,98
3.10	- “ -	9	0,97
3.11	- “ -	7	0,95
3.12		7	0,98
3.13	- “ -	8	0,97
3.14	- “ -	5	0,96
3.15	- “ -	9	0,95
3.16	- “ -	10	0,97
3.17	- “ -	6	0,96

Задача 3.18

Комплекс состоит из N = 3 систем. Надежность отдельных систем характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t, которая равна $P_{(t)}$ = 0,78; $P_{(t)}$ = 0,93; $P_{(t)}$ = 0,82.

Определить вероятность безотказной работы комплекса при условии:

а) параллельного;

б) последовательного соединения элементов.

Задача 3.19

Система электрооборудования горной машины состоит из 3-х последовательно соединенных блоков. Вероятность безотказной работы системы 0,94. Вероятность отказа 1-го и 3-го блоков соответственно равна 0,03 и 0,02.

Необходимо найти вероятность безотказной работы 2-го блока.

Задача 3.20

Система электрооборудования состоит из трех параллельно соединенных блоков, причем вероятность отказа 1-го и 2-го блоков соответственно равны 0,3 и 0,2.

Найти вероятность безотказной работы 3-го блока при условии, что вероятность безотказной работы системы 0,996.

Задача 3.21

Восстанавливаемая система состоит из 3-х последовательных блоков, коэффициенты готовности которых $K_г = 0,75$; $K_г = 0,84$ и $K_г = 0,96$.

Необходимо найти коэффициент готовности всей системы.

Задача 3.22

Решить задачу 5.11 в условиях параллельного соединения блоков, учитывая, что среднее время восстановления блоков $T_{В1}= 46$ ч; $T_{В2}= 32$ ч; $T_{В3}= 34$ ч.

Задача 3.23

Система состоит из 4-х блоков, схема соединения которых представлена на рис. 5.2.

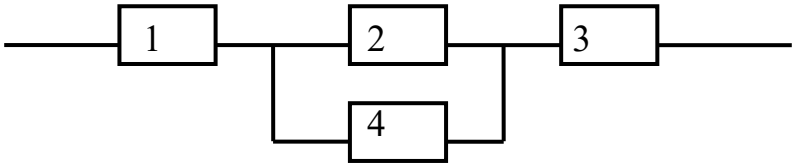


Рис. 3.2. Структурная схема к задаче 5.23

Найти вероятность безотказной работы систем при условии, что
$P_1 = 0,90$; $P_2 = 0,95$; $P_3 = 0,88$; $P_4 = 0,85$.

Задача 3.24

Система комплексной механизации состоит из 5 машин, схема работы которых представлена на рис. 5.3.

Вычислить вероятность безотказной работы при условии, что
$P_1 = P_2 = 0,95$; $P_3 = P_4 = P_5 = 0,86$.

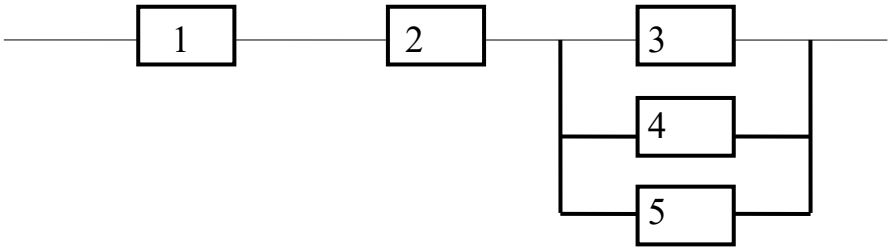


Рис. 5.3. Структурная схема к задаче

Задача 3.25

Найти коэффициент готовности системы, если коэффициенты готовности элементов $K_г = 0{,}72$; $K_г = 0{,}78$; $K_г = 0{,}83$; $K_г = 0{,}9$. Соединение элементов последовательное.

Вопросы:

1. Какой вид резервирования применен в данной системе?
2. Каким образом можно повысить надежность данной системы?

ЗАДАЧА № 4 ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА ОТКАЗОВ (НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ)

Дерево отказов (аварий, происшествий, последствий, нежелательных событий, несчастных случаев и пр.) лежит в основе логико-вероятностной модели причинно-следственных связей отказов системы с отказами ее элементов и другими событиями (воздействиями); при анализе возникновения отказа состоит из последовательностей и комбинаций нарушений и неисправностей, и таким образом оно представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения (рис. 4.1).

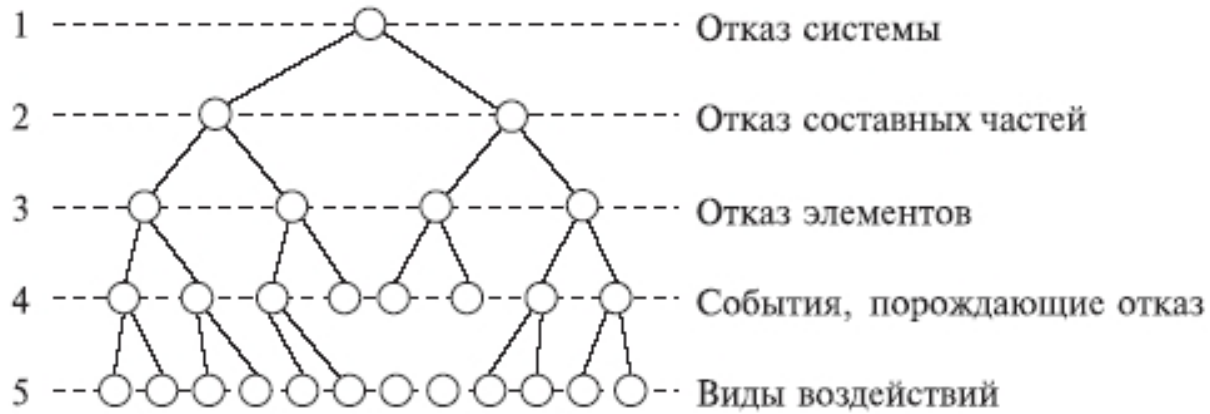


Рис. 4.1. Граф дерева отказов

Суть метода заключается в построении структурной схемы дерева отказов системы и ее анализе. Основной принцип построения дерева отказов заключается в последовательной постановке вопроса: по каким причинам может произойти отказ системы или нежелательное событие, т.е. анализ осуществляется «сверху вниз».

Обычно предполагается, что исследователь, прежде чем приступить к построению дерева отказов, тщательно изучает систему. Поэтому описание системы должно быть частью документации, составленной в ходе такого изучения.

Процедура построения дерева отказов включает, как правило, следующие этапы:

1. Определение нежелательного (завершающего) события в рассматриваемой системе.
2. Тщательное изучение возможного поведения и предполагаемого режима использования системы.
3. Определение функциональных свойств событий более высокого уровня для выявления причин тех или иных неисправностей системы и проведение более глубокого анализа поведения системы с целью выявления логической взаимосвязи событий более низкого уровня, способных привести к отказу си-

стемы.

4. Собственно построение дерева отказов для логически связанных событий на входе. Эти события должны определяться в терминах идентифицируемых независимых первичных отказов.

Чтобы получить количественные результаты для завершающего нежелательного события, необходимо задать вероятность отказа, коэффициент неготовности, интенсивность отказов, интенсивность восстановлений и другие показатели, характеризующие первичные события, при условии, что события дерева отказов не являются избыточными (не приводящими к аварии).

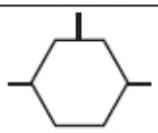
Основой построения дерева отказов является символьное представление существующих в системе условий - событий, способных вызвать отказ.

Исходными событиями при построении ДО являются перечни возможных видов событий - отказов и их причин, нерасчетные значения внешних воздействующих факторов и др. Соответственно, каждому виду события и оператора присваиваются символы, которые используются для графического построения дерева отказов. Логические символы связывают события в соответствии с их причинными взаимосвязями.

Логические символы (знаки) связывают события в соответствии с их причинными взаимосвязями. Обозначения логических знаков приведены в табл. 4.1. Логический символ (знак) может иметь один или несколько входов, но только один выход, или выходное событие.

Таблица 4.1

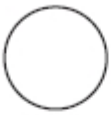
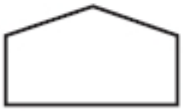
Логические символы

Строка	Символ логического знака	Название логического знака	Причинная взаимосвязь
1		***И***	Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно
2		***ИЛИ***	Выходное событие происходит, если случается любое из входных событий
3		***«Запрет»***	Наличие входа вызывает наличие выхода тогда, когда происходит условное событие
4		***«Приоритетное И»***	Выходное событие случается, если все входные события происходят в нужном порядке слева направо
5		***«Исключающее ИЛИ»***	Выходное событие происходит, если случается одно (но не оба) из входных событий
6		***«m*** из ***n»*** (голосования или выборки)	Выходное событие происходит, если случается ***m*** из ***n*** входных событий

Символы событий приведены в табл. 4.2. Прямоугольный блок обозначает событие отказа, которое возникает в результате более элементарных, исходных отказов, соединенных с помощью логических элементов.

Таблица 4.2

Символы событий

Строка	Символ события	Содержание события
1		Исходное событие, обеспеченное достаточными данными
2		Событие, недостаточно детально разработано
3		Событие, вводимое логическим элементом
4		Условное событие, используемое с логическим знаком «запрет»
5		Событие, которое может произойти или не произойти
6		Символ перехода

ПРИМЕР. Требуется построить дерево отказов для простой системы - сети, выключателя и электрической лампочки. Считается, что отказ выключателя состоит лишь в том, что он не замыкается, а завершающим событием является отсутствие освещения.

Дерево отказов для этой системы показано на рис. 4.2. Основными (первичными) событиями дерева отказов являются (1) отказ источника питания E_1, (2) отказ предохранителя E_2, (3) отказ выключателя E_3 и (4) перегорание лампочки E_4.

Промежуточным событием является прекращение подачи энергии. Исходные отказы представляют собой входы схем ИЛИ: при наступлении любого из четырех первичных событий осуществляется завершающее событие - отсутствие освещения.

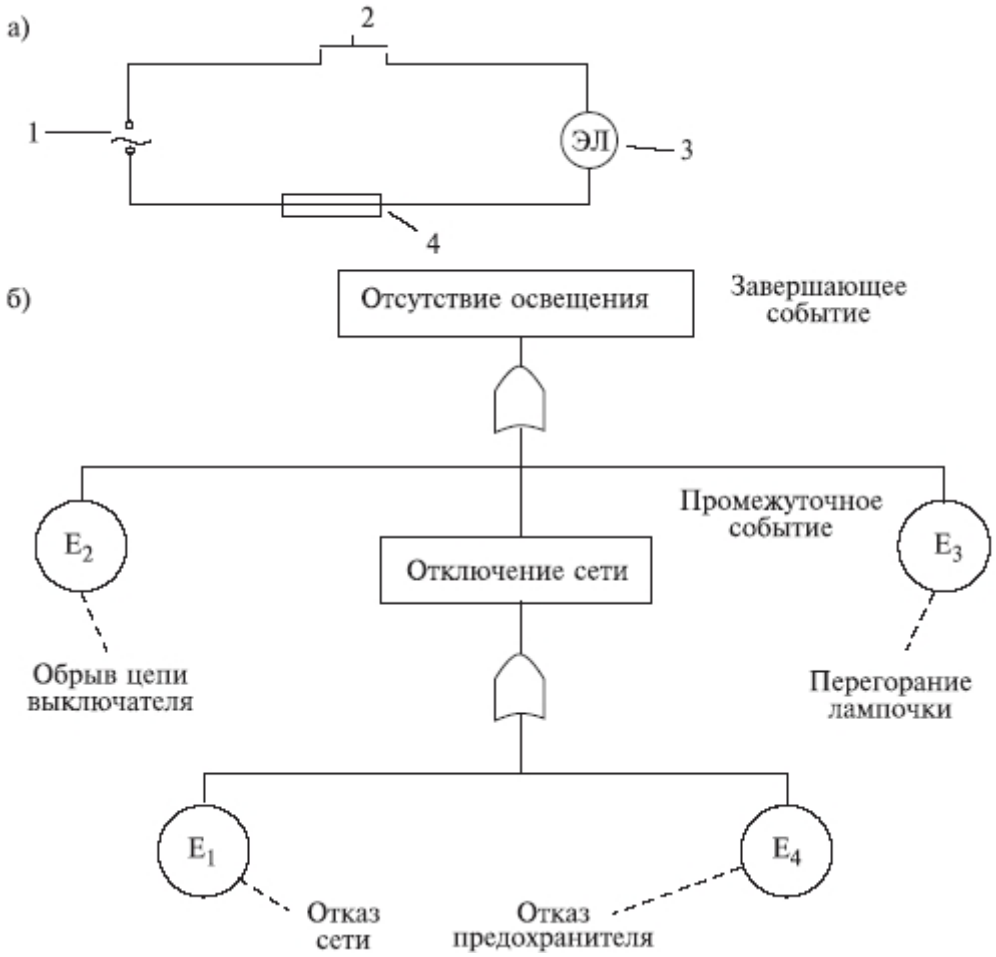


Рис. 4.2. Электрическая схема системы «сеть - электрическая лампочка» (а) и дерево (б) для случая первичных отказов: 1 - сеть; 2 - выключатель; 3 - электролампа; 4 – предохранитель

Условие задачи

Предполагается, что поражение человека электрическим током *L* является результатом одновременного наложения трех условий: появления электрического потенциала высокого напряжения на металлическом корпусе электроустановки (событие *H),* нахождения человека на токопроводящем основании, соединенном с землей (событие *I),* и касания какой-либо частью его тела корпуса электроустановки (событие *K).*

В свою очередь, событие *H* будет следствием любого из двух других событий - предпосылок *A и B* (например, снижения сопротивления изоляции или касания токоведущими частями электроустановки ее корпуса по какой-либо причине); событие *I* также обусловлено двумя предпосылками - *C* и *D* (нахождением человека на токопроводящем полу или его касанием заземленных элементов); событие *K*— следствие одной из трех предпосылок - *E, F* и *G* (например, необходимости ремонта, технического обслуживания или использования электроустановки по назначению).

Начертить граф дерева отказов, описывающего сценарии поражения человека электрическим током. Определить риск поражения человека электрическим током через вероятность события.

Таблица 4.3

Условия задач

Вариант	Вероятность события						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,05-0,01	0,05-0,01	0,5-0,4	0,4-0,3	0,1-0,05	0,1-0,05	0,9
2	0,06-0,02	0,06-0,02	0,6-0,5	0,5-0,4	0,2-0,06	0,2-0,06	0,9
3	0,07-0,03	0,07-0,03	0,7-0,8	0,6-0,5	0,3-0,07	0,3-0,07	0,8
4	0,08-0,04	0,08-0,04	0,8-0,6	0,5-0,4	0,3-0,08	0,3-0,08	0,8
5	0,09-0,05	0,09-0,05	0,9-1,0	0,8-0,9	0,5-0,09	0,5-0,09	0,9
6	0,01-0,06	0,1-0,06	0,9-0,95	0,9-1,0	0,6-0,1	0,1-0,06	0,8
7	0,08-0,02	0,08-0,02	0,8-0,7	0,7-0,6	0,2-0,08	0,2-0,08	0,8
8	0,06-0,01	0,06-0,01	0,6-0,2	0,2-0,1	0,07-0,06	0,05-0,03	0,5
9	0,09-0,05	0,09-0,05	0,9-0,8	0,8-0,7	0,5-0,09	0,7-0,09	0,6
10	0,99-0,9	0,99-0,9	0,98-0,8	0,8-0,7	0,6-0,5	0,6-0,5	0,95
11	0,06-0,04	0,06-0,04	0,6-0,1	0,1-0,05	0,04-0,01	0,04-0,01	0,7
12	0,04-0,01	0,04-0,01	0,4-0,1	0,1-0,05	0,04-0,01	0,04-0,01	0,5
13	0,03-0,02	0,03-0,02	0,3-0,2	0,2-0,1	0,05-0,04	0,05-0,04	0,5
14	0,07-0,04	0,07-0,04	0,7-0,5	0,5-0,3	0,2-0,1	0,2-0,1	0,6
15	0,55-0,5	0,55-0,5	0,53-0,5	0,5-0,4	0,3-0,1	0,3-0,1	0,95
16	0,08-0,02	0,08-0,02	0,8-0,3	0,3-0,2	0,1-0,08	0,1-0,08	0,6
17	0,03-0,01	0,03-0,01	0,3-0,2	0,2-0,05	0,04-0,03	0,04-0,03	0,5
18	0,95-0,9	0,95-0,9	0,93-0,9	0,9-0,8	0,7-0,6	0,7-0,6	0,95
19	0,08-0,05	0,08-0,05	0,8-0,7	0,7-0,6	0,4-0,1	0,4-0,1	0,8
20	0,04-0,03	0,04-0,03	0,4-0,3	0,3-0,2	0,1-0,05	0,1-0,05	0,7
21	0,07-0,02	0,07-0,02	0,7-0,6	0,6-0,4	0,3-0,1	0,3-0,1	0,6
22	0,055-0,05	0,055-0,05	0,5-0,4	0,4-0,3	0,2-0,15	0,2-0,15	0,5
23	0,88-0,8	0,88-0,8	0,8-0,7	0,7-0,55	0,5-0,4	0,5-0,4	0,8
24	0,25-0,2	0,25-0,2	0,2-0,15	0,15-0,1	0,09-0,04	0,09-0,04	0,35
25	0,04-0,015	0,04-0,015	0,4-0,2	0,2-0,15	0,05-0,04	0,05-0,04	0,5
26	0,09-0,08	0,09-0,08	0,9-0,7	0,7-0,6	0,5-0,3	0,5-0,3	0,9

Вопросы:

1. Какими другими величинами, кроме вероятности, можно оценить данный риск?
2. Какой сценарий поражения человека электрическим током имеет наибольший риск? В связи с этим, какие мероприятия следует выполнить для снижения риска?

ЗАДАЧА № 5 ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СОБЫТИЙ

Дерево событий - алгоритм рассмотрения событий, исходящих от основного события (аварийной ситуации).

Дерево событий (ДС) используется для определения и анализа последовательности (вариантов) развития аварии, включающей сложные взаимодействия между техническими системами обеспечения безопасности. Вероятность каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения вероятности основного события на вероятность конечного события. При его построении используется прямая логика. Все значения P очень малы.

ПРИМЕР. Допустим, путем выполнения предварительного анализа опасностей было выявлено, что критической частью реактора, т.е. подсистемой, с которой начинается риск, является система охлаждения реактора; таким образом, анализ начинается с просмотра последовательности возможных событий с момента разрушения трубопровода холодильной установки, называемого инициирующим событием, вероятность которого равна P_A (рис. 5.1) т.е. авария начинается с разрушения (поломки) трубопровода - событие А. Далее анализируются возможные варианты развития событий (*B, C, D* и *E*), которые могут последовать за разрушением трубопровода. На рис. 5.1 изображено дерево исходных событий, отображающее все возможные альтернативы. На первой ветви рассматривается состояние электрического питания. Если питание есть, следующей подвергается анализу аварийная система охлаждения активной зоны реактора (АСОР). Отказ АСОР приводит к расплавлению топлива и к различным, в зависимости от целостности конструкции, утечкам радиоактивных продуктов.

Для анализа с использованием двоичной системы, в которой элементы либо выполняют свои функции, либо отказывают, число потенциальных отказов равно $2N$-1, где N - число рассматриваемых элементов. На практике исходное дерево можно упростить с помощью инженерной логики и свести к более простому дереву, изображенному в нижней части рис. 5.1.

В первую очередь представляет интерес вопрос о наличии электрического питания. Вопрос заключается в том, какова вероятность P_B отказа электропитания и какое действие этот отказ оказывает на другие системы защиты. Если нет электрического питания, фактически никакие действия, предусмотренные на случай аварии с использованием для охлаждения активной зоны реактора распылителей, не могут производиться. В результате упрощенное дерево событий не содержит выбора в случае отсутствия электрического питания, и может произойти большая утечка, вероятность которой равна $P_A \cdot P_B$.

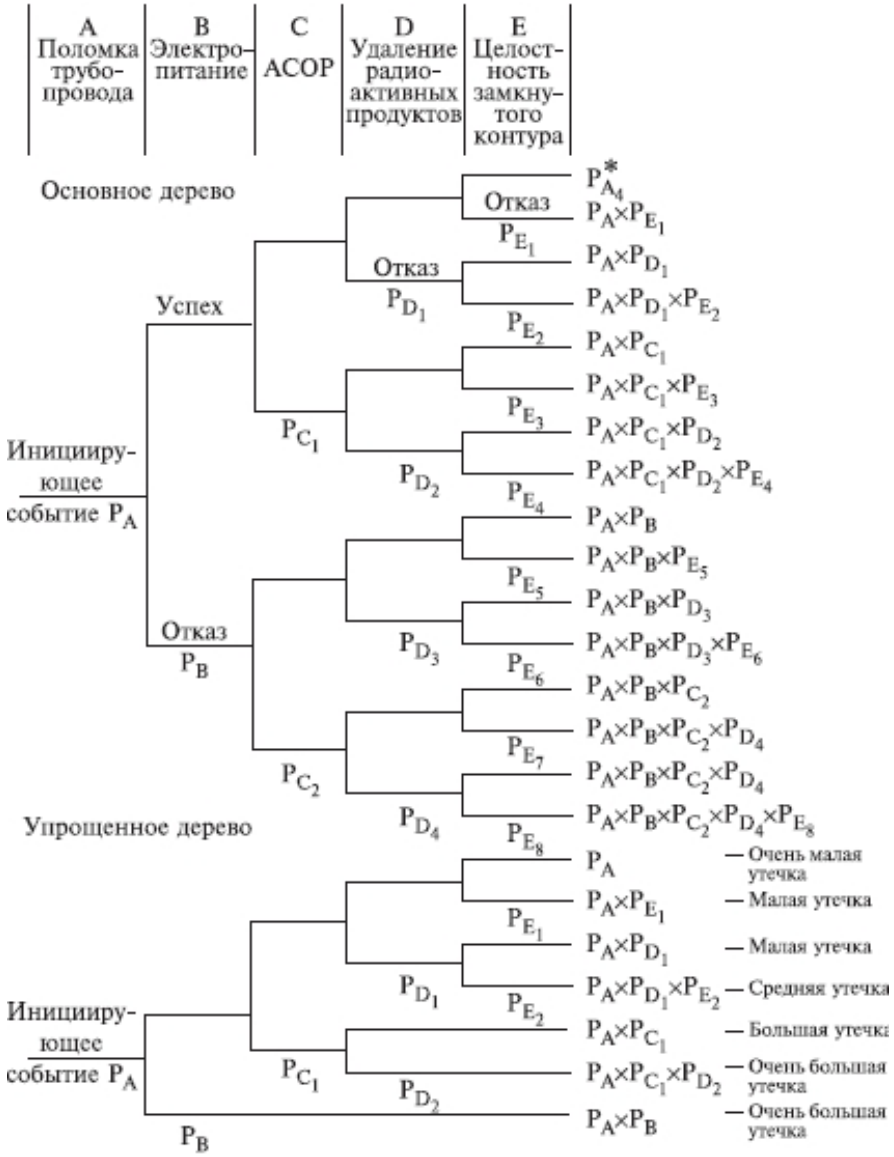


Рис. 5.1. Дерево событий

В случае если отказ в подаче электрической энергии зависит от поломки трубопровода системы охлаждения реактора, вероятность P_B следует подсчитывать как условную вероятность для учета этой зависимости. Если электрическое питание имеется, следующие варианты при анализе зависят от состояния АСОР. Она может работать или не работать, и ее отказ с вероятностью P_{C1} ведет к последовательности событий, изображенной на рис. 5.1. Следует обратить внимание на то, что по-прежнему имеются различные варианты развития аварии. Если система удаления радиоактивных материалов работоспособна, радиоактивные утечки меньше, чем в случае ее отказа. Конечно, отказ в общем случае ведет к последовательности событий с меньшей вероятностью, чем в случае работоспособности. Рассмотрев все варианты дерева, можно получить спектр возможных утечек и соответствующие вероятности для различных последовательностей развития аварии (см. рис. 5.1). Верхняя линия дерева является основным вариантом аварии реактора. При данной по-

следовательности предполагается, что трубопровод разрушается, а все системы обеспечения безопасности сохраняют работоспособность.

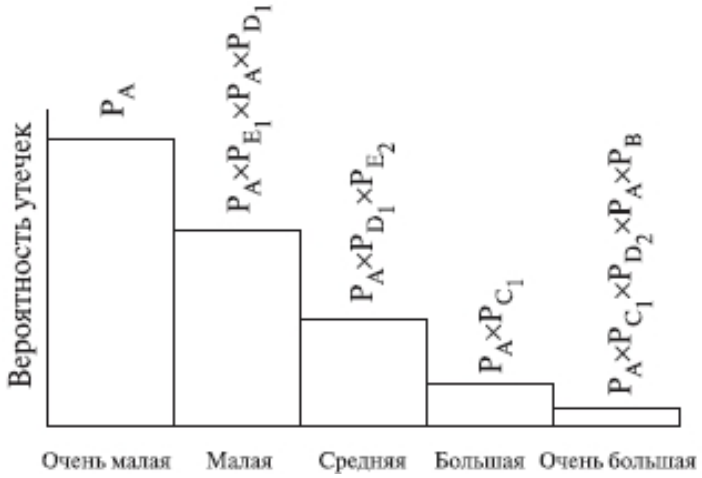


Рис. 5.2. Гистограмма вероятностей для различных величин утечек

Условие задачи

Требуется провести количественный анализ различных сценариев аварий на установке на установке первичной переработки нефти используя дерево событий.

При выбросе нефти из резервуара развитие аварии может происходить с мгновенным воспламенением и без него.

Мгновенное воспламенение сопровождается факельным горением струи с прекращением горения ликвидацией аварии, но может произойти разрушение соседнего оборудования. Так же при таком воспламенении может возникнуть «огненный шар», который может повлечь разрушение устьевого оборудования и (или) соседнего оборудования.

Когда не возникает мгновенного воспламенения, последнее может так и не произойти, в итоге авария либо успешно ликвидируется, либо её не возникает по причине отсутствия источника горения. При последующем воспламенении происходит пожар пролива или горение облака со взрывом.

Построить дерево событий аварий на установке переработки нефти. Определить риск возникновения отдельных событий по различным сценариям через вероятность и сочетание вероятности и ущерба. При этом вероятность возникновения инициирующего события (выброс нефти из резервуара) принять равной 1. Исходные данные приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Условия задач

Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
События																								
С воспламенением мгновенным		0,05	0,06	0,04	0,1	0,07	0,08	0,05	0,06	0,04	0,1	0,07	0,08	0,05	0,06	0,04	0,1	0,07	0,08	0,09	0,06	0,04	0,1	0,07
Факельное горение струи	Ликвидация аварии	0,0145	0,0175	0,0115	0,029	0,02	0,0235	0,027	0,0325	0,0215	0,054	0,0375	0,0435	0,027	0,0325	0,0215	0,054	0,0375	0,0435	0,0485	0,0325	0,0215	0,054	0,0375
	Разрушение соседнего оборуд.	0,0145	0,0175	0,0115	0,029	0,02	0,0235	0,002	0,0025	0,0015	0,004	0,0025	0,0035	0,002	0,0025	0,0015	0,004	0,0025	0,0035	0,0035	0,0025	0,0015	0,004	0,0025
Огненный шар	Разрушение соседнего оборуд.	0,013	0,015	0,01	0,025	0,018	0,02	0,013	0,015	0,01	0,025	0,018	0,02	0,013	0,015	0,01	0,025	0,018	0,02	0,023	0,015	0,01	0,025	0,018
	Ликвидация аварии	0,008	0,01	0,007	0,017	0,012	0,013	0,008	0,01	0,007	0,017	0,012	0,013	0,008	0,01	0,007	0,017	0,012	0,013	0,015	0,01	0,007	0,017	0,012
Без мгновенного воспламенения		0,95	0,94	0,96	0,9	0,93	0,92	0,95	0,94	0,96	0,9	0,93	0,92	0,95	0,94	0,96	0,9	0,93	0,92	0,91	0,94	0,96	0,9	0,93
Нет воспламенения	Ликвидация аварии	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23
	Отсутствие источника пламени	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Воспламенение нефти	Пожар пролива	0,23	0,23	0,24	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,22	0,23	0,23	0,22	0,23	0,24	0,22	0,23
	Горение или взрыв облака	0,355	0,345	0,355	0,325	0,345	0,335	0,355	0,345	0,355	0,325	0,345	0,335	0,355	0,345	0,355	0,325	0,345	0,335	0,335	0,345	0,355	0,325	0,345

Вопросы:

1. Какими другими величинами, кроме вероятности, можно оценить данный риск?
2. Какой сценарий развития аварии имеет наибольший риск?

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТАЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1.1 На испытание поставлено 1000 однотипных элементов системы управления. За 3000 ч отказало 80 элементов. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа элемента в течение 3000 ч.

1.2 Устройство состоит из 5 деталей, причем отказ любого из них ведет к отказу системы. Известно, что первая деталь отказала 34 раза в течение 952 ч работы, вторая – 24 раза в течение 960 ч работы, а остальные в течение 210 ч

работы отказали 4, 6 и 5 раз соответственно. Определить наработку на отказ устройства в целом, определив экспоненциальный закон надежности.

1.3 Автоматизированная система управления имела среднюю наработку на отказ T_0 = 65 ч и среднее время восстановления $T_В$ = 1,25. Определить коэффициент готовности.

1.4 Вероятность безотказной работы линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 ч равна 0,9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить интенсивность и частоту отказов линии для момента времени 120 ч.

1.5 Средняя наработка до первого отказа блока системы управления равна 640 ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить вероятность безотказной работы в течение 120 ч, частоту отказов для момента времени 120 ч и интенсивность отказов.

1.6 Время исправной работы вентилятора подчинено гамма-распределению с параметрами k = 2.6 и $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Определить вероятность безотказной работы вентилятора в течение 10000 ч.

1.7 Время исправной работы вентилятора подчинено гамма-распределению с параметрами k = 2.6 и $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Определить частоту отказа вентилятора для времени 5000 ч.

1.8 Время исправной работы вентилятора подчинено гамма-распределению с параметрами k = 2,6 и $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Вычислить интенсивность отказов для времени 5000 ч и определить среднюю наработку до отказа.

1.9 Наработка до отказа автоматизированной системы управления подчиняется усеченному нормальному распределению с параметрами τ = 8000 ч и σ = 2000 ч. Определить вероятность безотказной работы автоматизированной системы управления, среднюю наработку на отказ, а так же частоту и интенсивность отказов за время 4000 ч.

1.10 На испытании находилось 1000 однотипных буровых коронок. За первые 4000 ч отказало 80 коронок. За интервал времени 4000-5000 ч отказало еще 50 коронок. Определить частоту и интенсивность отказов шарошек в период времени 4000-5000 ч.

1.11 Наработка до отказа технического объекта подчинена усеченному нормальному закону распределения с параметрами τ = 8000 ч, σ = 1500 ч. Диапазон возможных значений наработки до отказа $(0, \infty)$. Найти вероятность безотказной работы объекта в течение заданной наработки (3000, 4000) ч.

1.12 Комплекс состоит из N=3 систем. Надежность отдельных систем характеризуется вероятностью безотказной работы в течение в течение времени t: $P(t)$ = 0,78; $P(t)$ = 0,93; $P(t)$ = 0,82. Определить вероятность безотказной работы комплекса при условии; а) параллельного; б) последовательного соединения систем.

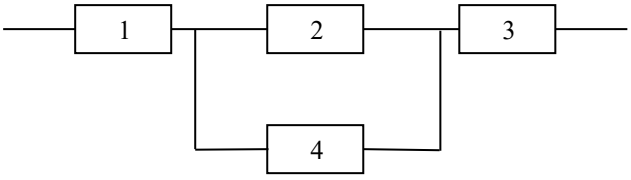
1.13 Система электрооборудования горной машины состоит из трех последовательно соединенных блоков. Вероятность безотказной работы системы 0,94. Вероятность отказа первого и третьего блоков равна 0,03 и 0,02. Необходимо найти вероятность работы второго блока.

1.14 Система электрооборудования состоит из трех последовательно соединенных блоков, причем вероятность отказа первого и второго блоков равна 0,03 и 0,02. Необходимо найти вероятность работы третьего блока при условии, что вероятность безотказной работы системы 0,996.

1.15 Восстанавливаемая система состоит из трех последовательно соединенных блоков, коэффициенты готовности которых $к_{г1}$ =0,75; $к_{г2}$ = 0,84; $к_{г3}$ = 0,96. Необходимо найти коэффициент готовности всей системы.

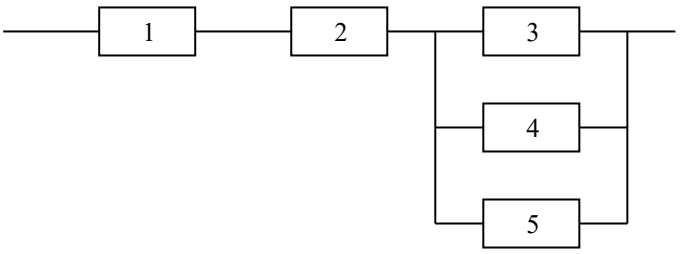
1.16 Восстанавливаемая система состоит из трех параллельно соединенных блоков, коэффициенты готовности которых $к_{г1}$ =0,75; $к_{г2}$ = 0,84; $к_{г3}$ = 0,96. Среднее время восстановления блоков $T_{В1}$ = 46 ч; $T_{В2}$ = 32 ч; $T_{В3}$ = 34 ч. Необходимо найти коэффициент готовности всей системы.

1.17 Система состоит из трех блоков, схема соединения которых представлена на рисунке:



Найти вероятность безотказной работы системы при условии: P_1 = 0,90; P_2 = 0,95; P_3= 0,88; P_4 = 0,85.

1.18 Система комплексной механизации состоит из пяти машин, схема работы представлена на рисунке. Вычислить вероятность безотказной работы при условии $P_1 = P_2$ = 0,95; $P_3 = P_4 = P_5$ = 0,86.



1.19 Найти коэффициент готовности системы, если коэффициенты готовности элементов $к_{г1}$ =0,72; $к_{г2}$ = 0,78; $к_{г3}$ = 0,83; $к_{г4}$ = 0,9. Соединение элементов последовательное.

1.20 Система состоит из трех элементов, имеющих следующие значения средней наработки между соседними независимыми отказами: 1000 ч, 2000 ч и 800 ч. Вычислить установившееся значение параметра потока отказов системы.

1.21 Система состоит из 12600 элементов, включенных последовательно, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{ср} = 0{,}32 * 10^{-6}\ 1/ч.$ Определить вероятность безотказной работы системы в течение t=50 ч и среднюю наработку на отказ.

1.22 Система состоит из трех устройств, соединенных последовательно. Интенсивность отказа электронного устройства равна $\lambda_1 = 0{,}16 * 10^{-3}\ 1/ч = const.$ Интенсивность отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени $\lambda_2 = 0{,}23 \cdot 10^{-4}\ t\ 1/\div$ è $\lambda_3 = 0{,}06 \cdot 10^{-6}\ t^{2{,}6}\ 1/\div$. Определить вероятность безотказной работы системы в течении 100 ч.

1.23 Система состоит из $N = 11$ блоков, соединенных последовательно. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течении времени t, которая равна: $P_{1,2,3}(t) = 0{,}997;\ P_{4,5,6}(t) = 0{,}965;\ P_{7,8,9}(t) = 0{,}96;\ P_{10,11}(t) = 0{,}995.$ Определить вероятность безотказной работы аппаратуры.

1.24 Вероятность безотказной работы насоса для откачки воды из шурфа в течение t = 1000 ч равна 0,95 т.е. $P(1000) = 0{,}95.$ Для повышения надежность системы на предприятии имеется такой же насос, который включается в работу при отказе первого. Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа системы, состоящей из двух насосов, и построить зависимости от времени для частоты $f_c(t)$ и интенсивности отказов $\lambda_c(t)$ системы.

1.25 Вентилятор главного проветривания шахты имеет интенсивность отказов $\lambda_0 = 0{,}4 \cdot 10^{-3}\ 1/\div$. Его дублирует такое же устройство, находящееся до отказа основного в режиме ожидания (недогруженный резерв). В этом режиме интенсивность отказа вентилятора $\lambda_1 = 0{,}06 \cdot 10^{-3}\ 1/\div$. Определить вероятность безотказной работы вентилятора в течении времени t = 100 ч среднюю наработку до первого отказа и построить зависимость $\lambda_{\tilde{n}}(t)$.

1.26 Две аккумуляторные батареи работают на одну нагрузку. Интенсивность отказов каждой из них $\lambda = 0{,}1 \cdot 10^{-4}\ 1/\div$. При отказе одной из батареи интенсивность отказов исправной возрастает вследствие более тяжелый условий работы: $\lambda_2 = 0{,}8 \cdot 10^{-4}\ 1/\div$. Определить вероятность безотказной работы системы в течение времени t = 1000 ч и среднее время безотказной работы.

1.27 Вероятность безотказной работы резервированного устройства P (рис. 6.2) в течение 300 ч равна 0,74. Резерв ненагруженный, интенсивность отказов элементов $\lambda = const.$ Определить вероятность и среднее время безотказной работы.

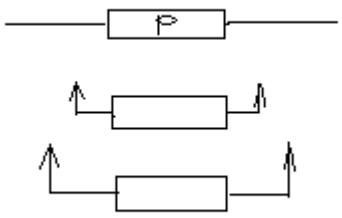


Рис. 6.2. Схема расчета надежности к задаче 1.27

1.28 Конструктором предложена три варианта схем построения изделия (рис. 6.3):

а) изделие нерезервированно;

б) один элемент дублируется путем замещения при ненагруженном состоянии резерва (см. рис. 2.14, б);

в) один элемент дублируется постоянно включенным резервом в нагруженном состоянии резерва (см. рис. 6.3, б).

Средние наработки до первого отказа элементов равны 300 ч.

Какой из вариантов более предпочтителен с точки зрения надежности, если надежность изделия оценивать средней наработкой до первого отказа?

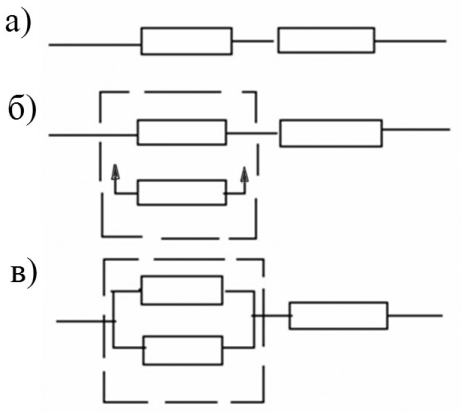


Рис. 6.3. Варианты построения изделия к задаче 1.28

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воскобоев В. Ф. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное посо-бие. Ч. 1. Надежность технических систем / Академия гражданской защиты МЧС России. - М: Альянс, 2008. - 200 с

Боярских, Г. А., Хазин М. Л. Надежность технических систем / / Г. А. Боярских, М. Л. Хазин. - Екатеринбург: УГГГА, 2002. - 180 с.

Барботько А. И., Кудинов В. А. Надёжность технических систем и техногенный риск [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 256 с.

Половко, А. М. Основы теории надежности / А. М. Половко. - М.: Наука, 1964. - 446 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Значение функции

$$\Phi(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^z e^{-\frac{z^2}{2}}dz, \qquad \Phi(-z)=-\Phi(z)$$

z	$\Phi(z)$		z	$\Phi(z)$		z	$\Phi(z)$
0,00	0,000		1,00	0,341		2,60	0,495
0,05	0,020		1,05	0,353		2,70	0,496
0,10	0,040		1,10	0,364		2,80	0,497
0,15	0,050		1,15	0,375		2,90	0,498
0,20	0,080		1,20	0,384		3,00	0,499
0,25	0,100		1,25	0,385		3,25	0,499
0,30	0,118		1,30	0,403		3,50	0,499
0,35	0,138		1,40	0,419		3,75	0,499
0,40	0,156		1,50	0,433		4,00	0,499
0,45	0,174		1,50	0,445		4,25	0,500
0,50	0,192		1,60	0,450		4,50	0,500
0,55	0,210		1,70	0,464			
0,60	0,230		1,80	0,471			
0,65	0,242		1,90	0,477			
0,70	0,260		2,00	0,482			
0,75	0,274		2,10	0,486			
0,80	0,288		2,20	0,489			
0,85	0,302		2,30	0,491			
0,90	0,316		2,40	0,491			
0,95	0,323		2,50	0,494			

$$\Phi_o(z) = \Phi(z) + 0{,}5$$

Таблица П.2

Значение гамма -функции

x	$\Gamma(x)$		x	$\Gamma(x)$
1,00	1,000		1,85	0,946
1,05	0,974		1,90	0,962
1,10	0,951		1,95	0,980
1,15	0,933		2,00	1,000
1,20	0,918		2,50	1,3294
1,25	0,906		3,00	2,000
1,30	0,898		3,50	3,323
1,35	0,891		4,00	6,000
1,40	0,887		4,50	11,632
1,50	0,886		5,00	24,000
1,50	0,886		5,50	52,342
1,55	0,889		6,00	120,000
1,60	0,894		6,50	187,88
1,65	0,900		7,00	270,00
1,70	0,090		7,50	1871,20
1,75	0,919		8,00	5040,00
1,80	0,913			

Таблица П.3

Значение плотности вероятности $f_o = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}}$

$$f\ (-z) = -f(z)$$

z	$f_o(z)$	z	$f_o(z)$	z	$f_o(z)$
0,00	0,3989	1,50	0,1295	3,00	0,0044
0,05	0,3984	1,55	0,1200	3,05	0,0038
0,10	0,3970	1,60	0,1109	3,10	0,0033
0,15	0,3945	1,65	0,1023	3,15	0,0028
0,20	0,3910	1,70	0,0940	3,20	0,0024
0,25	0,3867	1,75	0,0863	3,25	0,0020
0,30	0,3814	1,80	0,0790	3,30	0,0017
0,35	0,3752	1,85	0,0721	3,35	0,0015
0,40	0,3683	1,90	0,0656	3,40	0,0012
0,45	0,3605	1,95	0,0596	3,45	0,0010
0,50	0,3521	2,00	0,0540	3,50	0,0009
0,55	0,3429	2,05	0,0488	3,55	0,0007
0,60	0,3332	2,10	0,0440	3,60	0,0006
0,65	0,3230	2,15	0,0396	3,65	0,0005
0,70	0,3123	2,20	0,0335	3,70	0,0004
0,75	0,3011	2,25	0,0317	3,75	0,0003
0,80	0,2897	2,30	0,0283	3,80	0,0003
0,85	0,2780	2,35	0,0252	3,85	0,0002
0,90	0,2661	2,40	0,0224	3,90	0,0002
0,95	0,2541	2,45	0,0198	3,95	0,0002
1,00	0,2420	2,50	0,0175		
1,05	0,2299	2,55	0,0154		
1,10	0,2179	2,60	0,0136		
1,15	0,2059	2,65	0,0119		
1,20	0,1942	2,70	0,0104		
1,25	0,1826	2,75	0,0091		
1,30	0,1714	2,80	0,0079		
1,35	0,1604	2,85	0,0069		
1,40	0,1497	2,90	0,0060		
1,45	0,1394	2,95	0,0051		

$$f_o(z) = f(z) + 0{,}5$$

Таблица П.4

Выбор номенклатуры нормируемых показателей надежности технических устройств (выписка из МУЗ - 69)
I. Определение шифра изделий

Номер места в шифре	Признак шифра	Определение шифра
1	Ремонтопригодность	1 - неремонтируемые 2 - ремонтируемые
2	Ограничение продолжительности эксплуатации	Неремонтируемые изделия 1 - до отказа 2 - до отказа или до достижения предельного состояния Ремонтируемые изделия 1 - до первого отказа 2 - до отказа или до достижения предельного состояния 3 - до достижения предельного состояния 4 - до предельного состояния в режиме ожидания
3	Временной режим использования	1 - непрерывный 2 - циклический регулярный 3 - циклический нерегулярный
4	Оценка последствий отказа	Неремонтируемые изделия 1 - факт отказа 2 - факт выполнения заданных функций в заданном объеме Ремонтируемые изделия 1 - наличие отказа 2 - факт выполнения заданных функций 3 - факт вынужденного простоя 4 - наличие отказа и вынужденный простой

Таблица П.5

II. Выбор нормируемых показателей

Шифр изделия	Показатели надежности		Шифр изделия	Показатели надежности
1111, 1121, 1131, 2111, 2121, 2131	T_o		2413, 2423, 2433 2212,2233,2313	$K_{\text{ти}}, T_\gamma$ $K_{\text{г}}, T_\gamma$
1211, 1221, 1231, 2211, 2221, 2231	T_o, T_γ		2414	$K_{\text{ти}}, \omega_{(t)}, T_\gamma$
1222, 1232, 2222, 2232, 2322, 2132 2212	$P_{(t)}$, T_γ		2424, 2434 2333	$K_{\text{т}}, \omega_{(t)}, T_\gamma$
2411, 2421, 2311	$\omega_{(t)}$, T_γ		2412, 2432, 2422 2112	$K_{\text{ог}}, T_\gamma, K_{\text{г}}$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Болтыров В.Б., Стороженко Л.А.

ОПАСНЫЕ ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург – 2020

УДК 504.4 + 330.15:622

Болтыров В.Б., Стороженко Л.А.

Опасные техноприродные процессы: учебное пособие/ В.Б. Болтыров, Л.А. Стороженко; Урал. гос. горный ун– т. – Екатеринбург: Изд– во УГГУ, 2020 –

В учебном пособии рассмотрены: природа и механизмы развития опасных техноприродных процессов, понятия техносфера и техногенез; процессы горного техногенеза на активной и пассивной стадиях разработки месторождений; процедура оценки воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду (ОВОС), экологические последствия долговременного хранения горнопромышленных отходов производства.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по профилю «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность, а также может быть использовано студентами других профилей данного направления, а также специалистами, работающими в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 6

Введение 9

1. Основные понятия и определения 9

2. Объект и предмет дисциплины 13

Глава 1. Техносфера и техносферные опасности 17

1.1. Техносфера 17

1.2. Техносферные опасности 24

1.2.1. Основные принципы ноксологии 25

1.2.2. Основные потоки современного мира 29

1.2.3. Пределы толерантности организма 32

1.2.4. Поле опасностей 37

1.2.5. Классификация опасностей 40

Вопросы для самопроверки 51

Глава 2. Техногенез 53

2.1. Типы техногенеза 54

2.2. Горный техногенез 58

2.3. Техногенез активной и пассивной стадий 62

2.4. Техногенез Асбестовского промышленного узла 65

2.5. Дегтярский техногенез 76

Вопросы для самопроверки 84

Глава 3. Горнопромышленные отходы 86

3.1. Виды и объемы горнопромышленных отходов 86

3.2. Горнопромышленные отходы в структуре минерально–сырьевой базы и экономические предпосылки их переработки 93

3.3. Накопленный экологический ущерб размещения отходов 102

3.4. Экологические последствия долговременного хранения горнопромышленных отходов 109

3.4.1.Техногенез отвалов Аллареченского месторождения медно–никелевых руд 112

3.4.2. Экологическая опасность хвосто– и шламохранилищ 122

Вопросы для самопроверки..... 130

Глава 4. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) 131

4.1.Цель, задачи и функции ОВОС 131

4.2. Основные принципы ОВОС..... 135

4.3. Порядок проведения ОВОС 136

4.4. Роль общественного обсуждения ОВОС 139

Вопросы для самопроверки..... 142

Заключение..... 143

Источники и литература, использованная при написании учебного пособия 145

ПРЕДИСЛОВИЕ

Студентам очного и заочного обучения профиля «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность на третьем курсе читается двухсеместровая дисциплина «Опасные природные и техноприродные процессы», состоящая из двух частей: первая часть – ***Опасные природные процессы***, вторая часть – ***Опасные техноприродные процессы***. В первой части рассмотрены факторы природных катастроф и классификация чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, охарактеризованы источники ЧС космического происхождения, опасные геологические, метеорологические и гидрологические процессы и природные пожары.

Во второй части, представленной данным учебным пособием, пять глав. **В первой главе** рассмотрены понятия Техносфера и техносферные опасности, охарактеризованы основные потоки современного мира, поля и паспорта опасностей.

Во второй главе рассмотрены техногенез как основной и всеобъемлющий техноприродный процесс применительно к горнодобывающей промышленности – горный техногенез активной и пассивной стадий разработки месторождений.

Третья глава рассматривает вопросы накопленного экологического ущерба, возникающего в результате размещения отходов. Особое внимание обращено горнопромышленным отходам (ГПО), законодательным актам в сфере обращения с ГПО, экологическим и экономическим ущербам.

И, наконец, **в четвертой главе** рассмотрена оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС), принципы проведения ОВОС, его структура и содержание.

Предисловие

В результате изучения комплексной дисциплины «**Опасные природные и техноприродные процессы**» студенты должны не только знать характеристики опасных природных и техноприродных процессов, их воздействие на население, объекты экономики и окружающую среду, но и уметь оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения, прогнозировать и оценивать обстановку при стихийных бедствиях и техногенных авариях, владеть навыками организации и руководства принятием экстренных мер по обеспечению защиты населения и территорий, объектов экономики от последствий стихийных и экологических бедствий, техногенных аварий и катастроф.

Результатом освоения комплексной дисциплины «Опасные природные и техноприродные процессы» является формирование у студентов следующих компетенций:

общепрофессиональные

– способность ориентироваться в основах нормативно – правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК– 3);

профессиональные

в организационно – управленческой деятельности

– способность организовывать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды (ПК– 11).

Учебное пособие написано в соответствии с рабочей программой дисциплины 20.03.01 «Опасные природные и техноприродные процессы» профиля «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

Для написания учебного пособия использованы авторские лекционные материалы по данной дисциплине, учебные пособия и учебники: «Техногенное загрязнение окружающей среды» (Болтыров В.Б., Стороженко Л.А., Бобина Т.С., 2019), «Ноксология» (Барышев Е.Е и др., 2014), «Ноксология» (Угланова В.З., 2019), «Современный техногенез» (Карлович

И. А., 2015), а также материалы научно– технических конференций по вопросам техносферной безопасности.

ВВЕДЕНИЕ

1. Основные понятия и определения

Авария– разрушение сооружений, оборудования, технических устройств, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ, создающих угрозу жизни и здоровью людей (ГОСТ Р 12.0.006 – 2002).

Авария– опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также нанесению ущерба окружающей природной среде (ГОСТ Р 22. 0. 05).

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС) – состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среде от опасностей в ЧС.

Безопасность населения в ЧС – состояние защищенности жизни и здоровья людей, их имущества и среды обитания человека от опасностей в ЧС.

Безопасность объекта защиты – состояние защищенности объекта защиты, при котором внешнее воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых для объекта значений.

Биосфера – самая крупная экосистема Земли, область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Биосфера включает часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли, населенные живыми организмами.

Зоны экологического бедствия – участки территории РФ, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения природной среды, повлекшие существенное ухудшение здоровья людей, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны.

Защита окружающей среды – комплекс научных и практических знаний и действий, направленных на сохранение качественного состояния природной среды (биосферы).

Защита от опасностей – способы и методы снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу.

Источники опасности – это компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, от которых исходит опасность. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия опасности.

Опасность – способность живой или неживой материи причинять ущерб, наносить вред самой же материи.

Опасность – потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызвать поражение людей, наносить материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую среду (по ГОСТ Р12.3.047 – 98).

Природная катастрофа – стихийное бедствие со значительными по масштабам трагическими последствиями, гибелью людей и разрушениями.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — утверждённый в законодательном порядке санитарно–гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений. Уровни ПДК одного и того же вещества различны

для разных объектов внешней среды. Разработаны ПДК для воздуха, пищевых продуктов, воды (питьевая вода, вода водоемов, сточные воды), почвы.

Предельно допустимая концентрация рабочей зоны – такая концентрация вредного вещества, которая при ежедневной работе в течение всего рабочего периода не может вызвать заболевания в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фонового загрязнения атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха и других экологических нормативов.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) физического воздействия на окружающую среду – уровни шума, вибраций, ионизирующих излучений, напряженности электромагнитных полей и т.п., которые не должны оказывать на человека прямого или косвенного вредного влияния при неограниченно долгом воздействии.

Стихийное бедствие – это опасное природное явление, характеризующееся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и жертвами среди людей.

Техносфера – часть биосферы, в которой природная среда полностью или частично перестроена человеком при помощи прямого или косвенного

технического воздействия с целью наибольшего соответствия своим материальным и духовным потребностям.

Техносферная безопасность – сфера научной и практической деятельности, направленная на создание и поддержание техносферного пространства в качественном состоянии, исключающем его негативное влияние на человека и природу.

Экологическая катастрофа – стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (техногенная катастрофа), которая привела к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания и, как правило, к массовой гибели живых организмов (птиц, рыб, животных и растений) и к значительному экологическому ущербу.

Под ***ущербом*** понимаются негативные последствия от опасных природных, техноприродных и техногенных процессов, выраженные в физических, денежных или других эквивалентных единицах. Иными словами, ущерб – это оцененные последствия стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Экономический ущерб – это денежное выражение отрицательных последствий, вызванное разрушениями и выводом из эксплуатации промышленных, социальных, бытовых, сельскохозяйственных объектов и различного рода коммуникаций.

Под **социальным ущербом** понимается гибель людей, психические травмы и другие неудобства, которые вызваны опасными природными, техноприродными и техногенными процессами.

Под **экологическим ущербом** следует понимать негативные последствия в окружающей среде, вызванные стихийными бедствиями или техногенными авариями и отрицательно влияющими на человека и окружающую среду. Следует отметить, что все виды ущербов тесно связаны между собой.

Накопленный экологический ущерб – это выраженный в денежном выражении вред, нанесенный окружающей среде в результате осуществления

в прошлом хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате нарушения природоохранного законодательства, а также убытки (затраты) на ликвидацию и предотвращение отрицательных последствий нанесенного вреда окружающей среде.

Накопленный вред окружающей среде – вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической или иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо выполнены не в полной мере.

2. Объект и предмет дисциплины

Техноприродные процессы представляют собой результат хозяйственной деятельности человека, вооруженного техникой и технологиями, а потому несут реальную опасность или потенциальную возможность разрушительно воздействовать на окружающую среду, наносить материальный ущерб или вред человеку.

Техноприродные процессы – это

1) изъятие из недр полезных ископаемых с помощью открытых и подземных горных работ, скважинной добычи нефти и газа, а также золота, урана и редких металлов путем подземного выщелачивания;
2) сельскохозяйственные работы, где для повышения урожайности широко применяют пестициды, негативное воздействие которых на здоровье человека вынудило последнего резко изменить отношение к ним (даже появился слоган «Пестициды – тупик цивилизации»);
3) интенсивное градостроительство с разнообразными наземными и подземными коммуникациями, мощной транспортной нагрузкой;
4) разнообразные гидромелиоративные работы;
5) строительство гидротехнических сооружений;
6) дорожное строительство и другие.

Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать его от естественных опасностей, в результате сама стала основным источником опасностей на Земле. Происходящие в ней процессы приводят не только к людским жертвам, но и к уничтожению природной среды, ее глобальной деградации, что в свою очередь может вызывать необратимые генетические изменения у людей.

Создание и опыт развития техносферы в XX в. во многом свидетельствует о том, что формирование качественной техносферы невозможно без знания и учета механизмов возникновения в ней различных опасностей, воздействующих на человека и природу, и выработки действий для смягчения (или полного устранения) причин возникновения этих опасностей. Очевидно, что создание качественной техносферы возможно лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и его здоровью. В связи с этим весьма актуальной задачей мирового сообщества, государств, общественных объединений и каждого человека становится осуществление постоянных и эффективных усилий по противодействию техногенным, антропогенным и природным опасностям и, прежде всего, по исключению или смягчению побуждающих их причин.

Нужно отметить, что человечество не сразу оценило масштабы негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду. Лишь в 60– е годы прошлого века, когда нарастающий экологический кризис стал реальностью, стали появляться системы наблюдений за темпами ухудшения состояния окружающей среды, а с 70– х годов оформились требования по усилению контроля за воздействием на окружающую среду, организации мониторинга и введение процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Основными видами воздействия на окружающую среду при техноприродных процессах являются:

- изменение естественных ландшафтов;
- изъятие природных ресурсов;
- внесение в окружающую среду загрязняющих веществ.

Объектом дисциплины являются природно– технические системы и техноприродные процессы как область реальной действительности, на изучение которой направлена познавательная деятельность человека.

Предметом дисциплины являются закономерности и особенности развития опасных техноприродных процессов, установленные в результате изучения взаимодействия этих процессов со средой обитания человека и окружающей средой. Таким образом, предмет – это результат теоретического абстрагирования, который позволяет выделить закономерности развития и функционирования изучаемого объекта как некоторой части окружающей реальности.

Таким образом, объектом изучения дисциплины «Опасные техноприродные процессы» являются заранее запланированная хозяйственная деятельность человека по освоению определенной территории (акватории), сопровождающаяся изменением естественных ландшафтов и изъятием тех или иных природных ресурсов. Неизбежным следствием запланированных действий является техногенные загрязнения окружающей среды, ее деградация, масштабы которых могут быть оценены заблаговременно с помощью такого инструмента как ОВОС. Именно в основе проведения ОВОС лежит принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой хозяйственной или иной деятельности, т.е. потенциальной экологической опасности любой деятельности. ОВОС является инструментом превентивного характера на любой стадии разработки хозяйственного проекта. Процедура ОВОС позволяет проанализировать возможные воздействия на окружающую среду и документально их оформить, затем организовать общественные слушания по

анализу отчета и учесть все комментарии граждан и представить отчет с окончательным решением. Предусматривается также информирование общественности об окончательном решении. При этом в целях организации эффективного природопользования необходимо создание такой системы оценки планируемых техноприродных процессов, которая бы привела хозяйственную деятельность к виду, обеспечивающему достаточный уровень социальной стабильности, необходимый уровень экономического роста и приемлемые экономические условия. Благо, что техноприродные процессы протекают лишь в пределах техносферы, являющейся только частью биосферы, активно преобразованной человеком в результате хозяйственной деятельности, тогда как опасные природные процессы развиваются во всех геосферах Земли – атмосфере, гидросфере, литосфере, включая и биосферу.

Таким образом, объект и предмет дисциплины «Опасные техноприродные процессы» ограничиваются лишь техносферной и техногенезом, как определяющим техноприродным процессом.

Глава 1

ТЕХНОСФЕРА И ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

1.1. ТЕХНОСФЕРА

Обычно **техносферу** рассматривают как часть биосферы, преобразованную человеком с помощью техники и технологий в результате техногенеза. Но техногенез, как результат воздействия хозяйственной деятельности человека на природные среды, охватывает не только биосферу, но и другие геосферы Земли (атмо– , гидро– и литосферу, космос). Значит, будет точнее техносферу рассматривать, по Э. Ф. Емлину (1989), как своеобразную оболочку планеты, включающую те части геосфер, которые связаны потоками вещества, энергии и информации со всеми техническими системами, созданными человеком [7].Из этого определения следует, что техносфера – это не только сама техника, дороги, здания и сооружения, городская и промышленная застройка, но и все, что было создано человеком при помощи техники или появилось вследствие использования техники – например, лесные вырубки, разрезы для добычи полезных ископаемых, отвалы пустой породы и многое, многое другое. Под техникой понимаются любые предметы, которыми оперирует человек в процессе своей деятельности, в том числе даже самые примитивные орудия труда: палки, топоры, лопаты и т.д. Это позволяет говорить о том, что техносфера возникла в далеком, по человеческим меркам, историческом прошлом. Но для биосферы, эволюционировавшей миллиарды лет, техносфера является новшеством, развитие которого носит взрывной, лавинообразный характер. Развитие техносферы было скачкообразным – кроме неолитической «биотехнической революции», также известен ряд последующих

«цивилизованных революций», после которых развитие техносферы резко ускорялось. В табл. 1 приведены выделенные Н. Ф. Реймерсом ключевые переходные моменты в истории развития человечества и техносферы [16].

Таблица 1. Этапы развития техносферы

Начало этапа	**Переходный момент**	**Содержание этапа**
60 лет назад	Научно – техническая революция	Переход к использованию атомной энергии и других открытий и изобретений. Возникновение новой производительной силы – научно технического знания
160 лет назад	Промышленная революция	Переход к массовому промышленному производству предметов потреблений. Возникновение мировой индустрии
7 тыс. лет назад	Урбанистическая революция	Переход к строительству городов. Возникновение и развитие государств
10 тыс. лет назад	Биотехническая революция	Переход к сельскому хозяйству. Возникновение техносферы

Каждый новый этап эволюции техносферы позволял добывать дополнительные материальные и энергетические ресурсы и тем самым поддерживал увеличение населения, удовлетворяя его растущие потребности. Технический прогресс применительно к материальному производству давал возможность увеличивать количество продукции, произведённой на единицу затрат энергии, а рост энергетического потенциала техносферы намного повышал материальное обеспечение человека, даже при высоких темпах прироста численности людей.

История развития искусственной среды обитания показывает, что техносфера возникла и формировалась не только при отсутствии у человечества необходимых экологических знаний, но и без должного осмысления процессов, происходящих в природе, обществе и сознании человека под действием технического прогресса, а так же без всестороннего анализа безопасности создаваемой техники. Впервые учёные задумались над феноменом техники только в конце XIX века, когда техносфера практически уже приняла современный вид.

Подходы к пониманию механизмов воздействия техносферы на окружающую среду и принципов обеспечения техносферной безопасности

были сформулированы только во второй половине XX века, после того, как человечество получило множество горьких уроков в виде экологических катастроф, эпидемий и техногенных аварий, вызвавших загрязнение окружающей среды токсичными и радиоактивными веществами, появление новых заболеваний, разрушение экосистем и гибель большого числа людей вследствие пожаров, взрывов, аварий на транспорте, выбросов промышленных ядов и воздействия высокоэнергетических излучений.

Несмотря на достигнутый высокий уровень развития науки и техники, построенная руками человека техносфера в настоящее время породила большую проблему, с которой люди никогда раньше не сталкивались. **Созданная человеком искусственная среда обитания оказалась несовместима с естественной средой – биосферой ни по вектору эволюционного развития, ни по принципам построения, ни по характеру протекающих в ней процессов**.

Когда же, по выражению В.И. Вернадского («Несколько слов о ноосфере», 1944 г.), «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой»[17], то есть начинает оказывать значительное воздействие на планетарные потоки вещества и энергии, хозяйственная деятельность людей в рамках техносферы нарушает баланс физических и химических факторов, сложившийся на Земле в течение почти 4 млрд. лет эволюции биосферы. Поэтому, научно–технический прогресс, ставший главным вектором развития человечества и его плоды, растиражированные в планетарном масштабе, привели к глобальному экологическому кризису.

В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды. Уже ни у кого не возникает сомнений, что экологический кризис ведет не только к ухудшению качества природной среды, но и ухудшению качества самого человека через распад его генома (совокупности генов,

содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма). **Отсюда настоятельная необходимость рассматривать экологическую безопасность, т.е. состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства, а также природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее, в качестве приоритетного направления системы национальной безопасности.**

Для подтверждения этого тезиса достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост "парникового эффекта", появление "дыр" в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т.д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- комплекс литосферных экологических проблем;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно–коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирования АЭС и предприятий, производящих и

перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;

- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно–промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складированием оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением ракет с ядерными боеголовками и т.п.;
- эколого–социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико–экологическом и культурно–этническом аспектах.

Даже этот далеко не полный перечень экологических проблем, стоящих перед человечеством, показывает, что дальнейшее пренебрежение мерами экологической безопасности может уже в обозримом будущем поставить под сомнение сохранение человечества как вида.

Таким образом, **техносфера выступает как материальное слагаемое истории человечества**. С экологической точки зрения это последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в природу Земли вещества, силы и процессы, которые, в конечном счете, изменяют и нарушают равновесное функционирование биосферы и замкнутость биотического круговорота.

Однако называть техносферу частью биосферы можно только в ограниченном смысле. Действительно, техносферу создал человек – порождение биосферы. Человек взял под контроль и, по существу, включил в состав техносферы несколько сотен видов растений и животных. Однако

значительная часть современной техносферы – это совершенно новое надприродное образование, генетически не связанное с законами биосферы. В целом техносфера – грандиозный артефакт.

Л. Г. Бондарев подразделяет техносферу на несколько подсистем – субсфер:

- субсфера «А» (артефакты) – все продукты и производные человеческого труда;
- субсфера «Т–1» – все виды топлива;
- субфера «Т–2» (технолиты) – элементы техногенного рельефа: карьеры, шахты, каналы, насыпи, платины и т.п.;
- субсфера «П» – пища, в том числе непосредственно контролируемые и используемые человеком растения и животные;
- субсфера «О» – отходы [2,3].

  Кроме такого деления в веществе техносферы ,по Л. Г. Бондареву, можно выделить техническое вещество – активно функционирующую часть средств производства, т. е. совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов и т.п. А всю остальную, неактивную массу техносферы – здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов производства и потребления, техногенные эмиссии и т.д. – можно обозначить как техногенное вещество. Масса техногенного вещества к настоящему времени достигла колоссальной величины – $8.5 * 10^{12}$ т, что почти в 1.5 раза больше массы биоты биосферы.

  Хотя техносфера, несомненно, планетарное явление, техномасса распределена крайне неравномерно. Почти 90 % ее сосредоточено в районах селитебного и горно – промышленного освоения, занимающих более 7 млн. $км^2$ (5% площади суши). Однако техногенными влияниями –

эмиссиями и потоками веществ, энергии и информации – охвачено практически все пространство планеты.

Таким образом, создание техносферы – длительный процесс, обусловленный эволюционным развитием человечества и среды его обитания.

За время существования человечество радикально увеличило свою численность, доведя её почти до 8 млрд. чел. Как следствие средняя плотность населения за последние несколько столетий также возросла многократно. Одновременно с ростом численности населения Земли, начиная с XVI в. происходил еще один важный процесс – урбанизация – переселение людей из сельской местности в города в результате их широкого привлечения к промышленному производству.

В XX в. на фоне демократического взрыва и урбанизации населения существенно возросло потребление продукции биоты и пресной воды, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком регионы биосферы, превратившись в города, промышленные зоны, территорий АЭС, ТЭС и ГЭС, свалки, отвалы и т.п.

Постоянно увеличивающееся энергетическое и промышленное производство, развитие техники, военной индустрии (особенно после Второй мировой войны), сельскохозяйственного комплекса весьма негативно сказывались на качестве среды обитания. Появление ядерных объектов, рост производства химических веществ, строительство крупномасштабных технических сооружений сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на людей, среду обитания и экосистемы.

Практически вплоть до второй половины XXв. человечество не замечало или игнорировало негативное воздействие хозяйственной деятельности и техносферы на природу. В итоге атмосфера, гидросфера и земля в городах и прилегающих к ним зонам оказались чрезмерно загрязненными и малопригодными к обитанию.

С конца XX – начала XXI в. формируется информационное общество, для которого характерны все опасности предыдущего этапа развития с усилением техногенных опасностей, связанных с эксплуатацией вычислительной и информационной техники, повышенным влиянием электромагнитных полей и излучений.

В результате **созданная руками человека техносфера стала основным источником опасностей на Земле**. Опыт XX и начала XXI веков во многом свидетельствует о том, что создание качественной техносферы возможно лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и здоровью человека.

1.2. ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

Под техносферными опасностями понимается вся совокупность техногенных, антропогенных и природных опасностей, разрушающих техносферу.

Техногенные опасности создаются элементами техносферы – машины, сооружения, техногенное вещество и т.п., а также создаются наличием отходов, потоков механической, тепловой, электромагнитной энергии и т.п. Количественные и качественные показатели отходов и потоков вещества, энергии и информации, а также регламент обращения с ними определяют уровни и зоны возникающих при этом опасностей.

В зоне действия технических систем (транспортные магистрали, зоны излучения радио– и телепередающих систем, промышленные зоны) уровни опасного воздействия определяются характеристиками технических систем и длительностью пребывания человека в опасной зоне.

Антропогенные, социальные опасности – это действия одних классов, групп, слоев, личностей, направленные преднамеренно или бессознательно на уничтожение или ущемление интересов других людей. По природе, сфере и характеру возникновения социальные опасности бывают: военные, социально – политические, социально – экономические, социально – бытовые, социально – криминальные, этнические (межнациональные).

Природные опасности возникают в результатах развития естественных процессов под влиянием природных факторов – геологических, гидрологических, метеорологических, когда они по силе, масштабу распространения и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей и объекты экономики.

В последнее время появилась специальная наука об опасностях материального мира – **ноксология,** которая изучает происхождение и совокупное действие опасностей, описывает опасные зоны и показатели их влияния на материальный мир, оценивает ущерб, наносимый человеку и природе опасностями, а также рассматривает принципы минимизации опасностей в источниках и основы защиты от них в пределах опасных зон.

1.2.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОКСОЛОГИИ

По современным представлениям научные знания в ноксологии опираются на следующие основные принципы.

1–й принцип – принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу гласит: **человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям.**

На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вполне вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе.

2–й принцип – принцип антропоцентризма гласит: **человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.**

Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т. п.

3–й принцип – принцип природоцентризма гласит: **природа – лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение – необходимое условие существования жизни на земле.**

Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей учения ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах.

Деятельность по реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; с разработкой и применением экобиозащитных средств; с контролем качества их эксплуатации; с мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы.

В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и

технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т. п. в ноксологии имеют прикладное значение, поскольку они различаются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск.

4–й принцип – принцип возможности создания качественной техносферы гласит: **создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу.**

Этот принцип указывает на возможность достижения качественной техносферы и определяет пути достижения этой цели, основанные на знании человеком необходимости соблюдения нормативных требований по допустимым внешним воздействиям на человека и природу.

5-й принцип – принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства гласит: **безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер.**

При защите от естественных опасностей воздействие на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования источника опасностей (человека, его знаний об опасностях).

6–й принцип – принцип отрицания абсолютной безопасности гласит: **абсолютная безопасность человека и целостность природы – недостижимы**.

Этот принцип справедлив, поскольку, во–первых, на Земле всегда существуют естественные опасности и процессы потребления ресурсов и захоронения отходов, во–вторых, неизбежны социальные опасности; в–третьих, практически неустранимы полностью и техногенные опасности. Отметим, что во второй половине XX столетия в СССР были предприняты попытки нарушить этот принцип. Среди значительной части ученых и

практиков в области безопасности труда и промышленной безопасности тогда возобладал лозунг: «От техники безопасности к безопасной технике», суть которого сводила решение всех проблем безопасности труда к созданию абсолютно надежных техники и технологий. Неправомерность такого подхода очевидна, поскольку:

- абсолютно безопасной техники не существует; любая техническая система обладает определенной надежностью и ее безопасность оценивается показателями техногенного риска;
- техногенный риск полностью устранить нельзя, его можно лишь минимизировать;
- на любой технический объект всегда оказывается внешнее воздействие, способное в отдельных случаях нарушить его работу;
- в работе большинства технических систем принимает участие оператор, обладающий способностью принимать иногда ошибочные решения.

Что касается антропогенных опасностей, то их также можно лишь минимизировать. По мнению С. К. Шойгу: «...более 50 % техногенных аварий происходит по причине так называемого человеческого фактора. В авиации – вообще 80 % и лишь 20 % – это отказ техники, некачественное топливо и метеоусловия»(АиФ, 2005, № 51, с.6).

7–й принцип гласит: **рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей**. Этот принцип во многом соответствует принципу Ле–Шателье: «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности».

Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры

общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

1.2.2. ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Понятие **«безопасность объекта защиты»** – состояние объекта защиты, при котором воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых значений.

Понятие «защита от опасностей» – это способы и метод снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализуют снижением негативного влияния источников опасности (сокращением значения риска и размеров опасных зон); выведением объекта из опасной зоны; применение экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

Опасность – центральное понятие в ноксологии – интуитивно понимается всеми, но для достижения состояния безопасности объекта защиты необходимо владеть комплексом логических представлений о ней:

- прежде всего, следует понять, что опасности появились одновременно с возникновением материи и будут существовать вечно;
- опасности как таковые представляют собой недопустимые для восприятия материальным объектом потоки вещества, энергии и информации.

В принципе **обмен потоками в материальном мире – это естественный процесс существования материи**. Закон сохранения жизни, сформулированный Ю. Н. Куражсковским, гласит: "Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации". Наличие таких потоков характерно и обязательно для существования материи.

Основные потоки современного мира представляются в следующем виде:

Потоки в природной среде:

1. солнечное излучение, излучение звезд и планет;
2. космические лучи, пыль, астероиды;
3. электрическое и магнитное поля Земли;
4. круговороты веществ в биосфере в экосистемах, в биогеоценозах;
5. потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе и со стихийными;
6. другие.

Потоки в техносфере:

7. потоки сырья, энергии;
8. потоки продукции отраслей экономики;
9. отходы экономики;
10. информационные потоки;
11. транспортные потоки;
12. световые потоки (искусственное освещение);
13. потоки при техногенных авариях;
14. другие.

Потоки в социальной среде:

15. информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т.п.);
16. людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения);
17. потоки наркотических средств, алкоголя и др.
18. другие

Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:

19. потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (в том числе алкоголь, табак, наркотики и т.п.);
20. потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.);
21. потоки информации;
22. потоки отходов процесса жизнедеятельности;
23. другие.

При оценке влияния потоков необходимо знать следующее:

- в ряде случаев потоки, столь необходимые для существования жизни, могут превысить допустимые для воспринимающего их элемента материи уровни и тем самым вызвать в нем необратимые процессы (разрушение, гибель и т.п.). Такие ситуации опасны. Поэтому если потоки не приносят ущерба воспринимающей их материи, то идет естественный процесс и такие потоки принято называть допустимыми. Если потоки наносят ущерб, то их называют недопустимыми или опасными;
- максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, называют предельно допустимыми. Общепринято широкое использование таких понятий как: ПДК – предельно допустимая концентрация веществ; ПДУ – предельно допустимые уровни энергетического воздействия; ПДВ – предельно допустимые выбросы в атмосферу; ПДС – предельно допустимые сбросы в поверхностные и подземные воды;
- возникновение опасной ситуации при наличии потоков от источника опасности определяется не только величиной потока, но и свойствами объекта защиты, его способностью воспринимать и переносить воздействующие потоки;
- опасности реализуются лишь при взаимодействии источника опасности, генерирующего поток воздействия и элемента материи (объекта защиты), воспринимающего этот поток. Опасности

проявляют себя только во взаимодействии систем "источник опасности – объект защиты". Отсутствие одной из названных систем теоретически вообще исключает вопрос о защите от опасностей.

Таким образом, ***для возникновения и реализации опасности необходимо соблюдение следующих условий:***

- наличие совокупности систем "источник воздействия – объект защиты" и их совпадение по месту и по времени пребывания в жизненном пространстве;
- наличие источника опасности, способного создавать значимые потоки вещества, энергии или информации;
- наличие у защищаемого объекта ограничений по величине воздействия потоков.

1.2.3. ПРЕДЕЛЫ ТОЛЕРАНТНОСТИ ОРГАНИЗМА

Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Американский зоолог В. Шелфорд в начале XX в. сформулировал закон толерантности: «**Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору».**

Зона оптимума с точкой комфорта (точка максимума жизненного потенциала) и зоны допустимых значений фактора воздействия являются областью нормальной жизнедеятельности, а зоны с большими отклонениями фактора от оптимума называются зонами угнетения. Пределы толерантности по фактору воздействия совпадают со значениями минимума и максимума фактора, за пределами которых существование организма невозможно (это – зона гибели).

Проиллюстрируем сказанное. В естественных условиях на поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от –88 до +60°С, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к 37°С. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, – +43, минимальная – +25°С.

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах нам холодно, при высоких – жарко. При температуре воздуха 30° работоспособность человека значительно падает.

Установлено, что у человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая, средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата. Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура летом составляет 23–25°С, зимой – 22–24°С; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом – 18–20°С, зимой 16–18°С.

Отклонения температуры среды от комфортных значений на ± 2–5°С считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияние на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшие отклонения температуры окружающего воздуха от допустимых значений сопровождаются тяжелыми воздействиями на организм человека и ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности и др.).

При еще больших отклонениях температур окружающего воздуха от допустимых значений возможен перегрев (гипертермия) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых или холодовых травм.

Необходимо отметить, что классическая кривая Шелфорда имеет отношение только к природным факторам воздействия (в нашем примере это температура окружающей среды). Факторы, полностью чуждые организму, могут иметь зону комфортности вблизи нуля интенсивности и только один максимальный предел воздействия. Это хорошо иллюстрирует процесс влияния акустических колебаний на организм человека. Реальные уровни звука в местах возможного пребывания человека могут изменяться в весьма широких пределах от 0 до 160 дБА и сопровождаются широкой гаммой ответных реакций организма человека.

При уровнях звука до 20 дБА человек чувствует себя комфортно, не реагируя негативно на наличие звуков в окружающей его среде; уровни звука до 50 дБА не влияют на здоровье человека, занимающегося интеллектуальной деятельностью, а у людей, связанных с физическим трудом, верхняя граница может быть расширена до 80 дБА. Эти значения уровня звука соответствуют предельно допустимым условиям воздействия звука на человека в процессе его деятельности.

Дальнейший рост уровня звука свыше 85 дБА при длительных его экспозициях (до нескольких лет) может приводить к тугоухости, при этом с дальнейшим увеличением уровня звука вероятность возникновения тугоухости растет, а при уровнях звука 140 дБА и выше возможно травмирование человека из–за разрыва барабанных перепонок или контузии. При уровнях 160 дБА может наступить смерть человека.

Из рассмотренного примера следует, что, изменяя потоки в среде обитания, можно получить ряд характерных видов воздействия потоков на человека, а именно:

- **комфортное (оптимальное),** когда потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, максимальной продуктивности

деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;

- **допустимое**, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого воздействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;
- **опасное,** когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и (или) приводят к деградации среды обитания;
- **чрезвычайно опасное**, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания. Гибель организма происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые системы.

На основании вышеизложенного можно сформулировать аксиому о воздействии среды обитания на человека: **воздействие среды обитания на человека может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков веществ, энергий и информаций.**

Отметим, что применительно к любому живому телу аксиома о воздействии среды обитания на тело звучит следующим образом: воздействие среды обитания на живое тело может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков и способность живого тела воспринимать эти потоки.

Из четырех характерных видов воздействия среды обитания на человека первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) являются недопустимыми для процессов жизнедеятельности человека.

При анализе процесса воздействия опасностей следует учитывать аксиому об одновременном воздействии опасностей и наличие совокупного воздействия опасностей на объект защиты.

Аксиома об одновременном воздействии опасностей утверждает: **потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящихся в зоне их влияния.**

Из этой аксиомы следует, например, что вибрация любого здания одновременно воздействует на людей, строительные материалы и конструкции, на коммуникации и устройства, находящиеся в нем. Результат воздействии вибрации одной интенсивности на все находящиеся в здании объекты может быть различным (опасным или неопасным) и полностью определяется способностью объекта защиты (человек, материалы, коммуникации и т.п.) к восприятию возникшей в этом здании вибрации.

При оценке воздействия опасностей на объект защиты необходимо также учитывать, что любой объект воспринимает одновременно все потоки вещества, энергии и информации, поступающие в зону его пребывания в соответствии с аксиомой о совокупном воздействии опасностей: «На любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания».

Для современного состояния совокупности системы «человек – техносфера» характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека:

- ситуация – **длительное воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах**. Сюда относятся ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также действия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные осадки, повышение радиоактивного фона атмосферы);
- ситуация – **кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных, максимум в региональных зонах**. Сюда относятся чрезвычайные ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

1.2.4. ПОЛЕ ОПАСНОСТЕЙ

Современный мир опасностей обширен и весьма значителен. Как правило, в производственных, городских или бытовых условиях на человека воздействует одновременно несколько негативных факторов. Комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. **Совокупность источников образует около защищаемого объекта так называемое поле опасностей.**

Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Считается, что **основное влияние на объект защиты (человека) оказывают факторы первого круга.** Факторы второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (здания и сооружения, промышленные территории и т.п.). Опасности третьего круга оказывают всеобщее влияние на население регионов и крупных городов, континентов и все население Земли. Опасности второго и

третьего круга опосредовано могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей. Характерное строение причинно–следственного ноля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис 1.

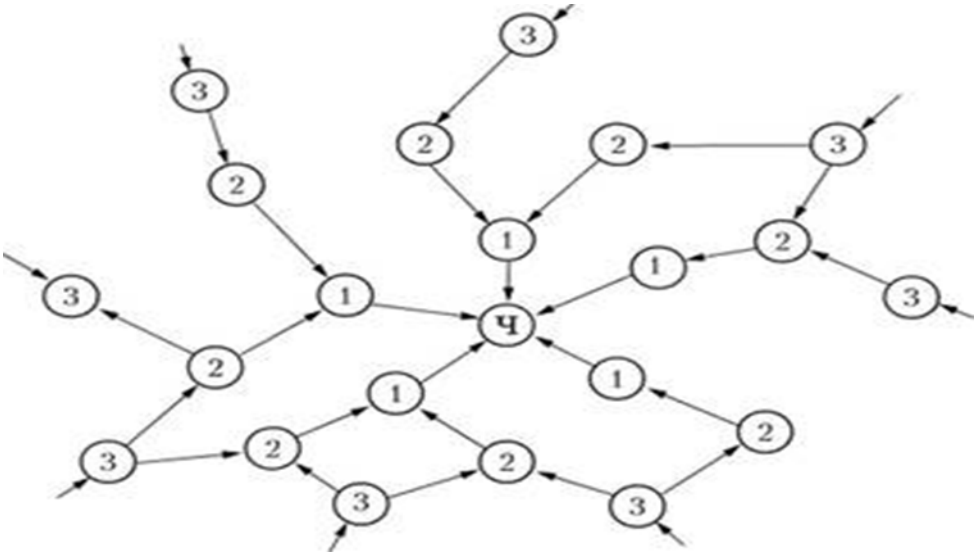


Рис. 1. Схематическое изображение причинно – следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

В состав первого круга опасностей (1), непосредственно действующих на человека, входят:

- опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;
- опасности, возникающие из–за отсутствия нормативных условий деятельности, – по освещенности, по содержанию вредных примесей, по электромагнитному и радиационному излучениям и т.п.;
- опасности, возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при реализации технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и за счет ее нерегламентироваиного использования операторами технических систем и населением в быту;

- чрезвычайные опасности, возникающие при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики;
- опасности, возникающие из–за недостаточной подготовки работающих и населения по безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения опасностей второго круга (2) , характерных для урбанизированных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением отходов производства и быта; чрезвычайными ситуациями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики; недостаточным вниманием руководителей производства к вопросам безопасности проведения работ и т.п. Это создает условия для неправильной организации рабочих мест, нарушения условий труда, загрязнения воды, продуктов питания и т.п.

Опасности третьего круга (3) – опасности межрегионального и глобального влияния – не всегда выражены достаточно четко. Однако некоторый их перечень может быть сформулирован. К ним, прежде всего, следует отнести отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий и сооружений; отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли экономики или всей страны; недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Разделение ноксосферы на отдельные круги опасностей является достаточно условным, но весьма важным при анализе причин негативного влияния опасностей на людей. Нужно руководствоваться следующим: пренебрежение требованиями безопасности в первом круге опасностей сопровождается, как правило, травмами, отравлениями или заболеваниями человека или небольших групп людей; пренебрежение требованиями

безопасности во втором круге опасностей, как правило, отдаляет по времени негативные последствия, но увеличивает масштабы их воздействия на людей (массовые отравления при загрязнении биоресурсов отходами, гибель людей в шахтах, при обрушении строительных конструкций и т.п.). Действие источников опасностей третьего круга обычно широкомасштабно. Так, например, применение этилированного бензина в ДВС, санкционированное государством, губительно для населения крупных городов; принятие решения о переработке в России радиоактивных отходов, ввозимых из–за рубежа, таит опасность радиоактивного воздействия на население многих регионов нашей страны и т.д.

В настоящее время комплексная оценка реальных ситуаций с использованием модельных представлений о причинно–следственном поле опасностей, действующих на промышленном предприятии, в техносферном регионе и т.п., проводится редко из–за отсутствия теоретических и практических разработок в этой области. Это задача ближайшего будущего, входящая в комплекс научных исследований в области обеспечения техносферной безопасности.

1.2.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ

Качественную классификацию опасностей целесообразно вести по двухуровневой схеме, сведя в первую группу (I уровень) классификации признаки опасности: их происхождение, параметры и зоны воздействия, а именно:

- происхождение источника опасностей;
- вид потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) воздействия опасности;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;

- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

Рассмотрим первую группу (I уровень) классификации опасностей.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на естественные и антропогенные, полагая при этом, что естественные опасности обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать антропогенными, поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.п.), генерируя тем самым в среде обитания многочисленные опасности. При этом **под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.**

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу – группу техногенных опасностей.

Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих

опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машин и механизмов, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук, вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на ***естественные, антропогенные и техногенные***, при этом считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – рукотворны. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей: –техногенные и антропогенно–техногенные.

К естественно–техногенным опасностям следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и

т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К антропогенно–техногенным опасностям относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из–за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

Как уже было сказано выше, все **жизненные потоки по их физической природе (вид потока) делятся на *массовые, энергетические и информационные*,** следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как *массовые, энергетические и информационные*.

Массовые опасности возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ. Эти опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м3, мг/л, мг/кг.

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных нолей (акустических, магнитных, электрических и т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

Информационные опасности возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем), избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности по интенсивности воздействия разделяют на *опасные и чрезвычайно опасные.*

Опасные потоки обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация i–го газа в атмосферном воздухе составляет < 10 ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают **чрезвычайно опасной**. Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По длительности воздействия опасности классифицируют на *постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные.* *Постоянные* (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне.

Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т.п. ***Импульсное*** или кратковременное воздействие опасности характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например, при запуске ракет. Многие стихийные явления, например, гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

По виду зоны воздействия (по месту воздействия) опасности делят на *производственные, бытовые и городские, а также на зоны ЧС.*

По размерам зоны воздействия опасности классифицируют *на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные*.

Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения, а такие воздействия, как потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся *межнациональными,* а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного из государств, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты опасности разделяют на *потенциальные, реальные и реализованные*.

***Потенциальная* опасность** представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что жизнедеятельность человека потенциально опасна. Оно предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего, технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать опасности. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводит к возникновению новых негативных факторов.

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью "огнеопасно" представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности но отношению к этому человеку.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на **происшествия и чрезвычайные происшествия**, а последние – на ***аварии, катастрофы и стихийные бедствия.***

В результате возникновения ЧП на объектах экономики, в регионах и на иных территориях могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС) – состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для групп людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Во вторую группу (II уровень) классификация опасностей сведены признаки, связанные со свойствами объекта защиты.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. **Все опасности по способности объекта**

защиты выявлять их органами чувств можно классифицировать на *различаемые и неразличаемые*.

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято делить на *вредные (угнетающие) и травмоопасные (разрушающие)* факторы.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмирующий (травмоопасный) фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято выделять *индивидуальные, групповые и массовые*.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства и воздействие на объект защиты приведена в таблице 2.

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить «**паспорт» опасности**, например:

- транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум – это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;
- акустическое воздействие взрыва, орудийного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного

(импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности можно представить и в табличной форме (табл. 3,4,5).

Таблица 2. Классификация опасностей

Признаки классификации опасностей	**Вид (класс)**
Первая группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно–техногенные Антропогенные Антропогенно–техногенные Техногенные
По физической природе	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потока	Опасные Чрезвычайно опасные
По длительности воздействия	Постоянные, Переменные, Периодические, Импульсивные Кратковременные
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
Вторая группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Не различаемые
По виду негативного воздействия	Вредные Травмоопасные
По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных воздействия опасности)	Индивидуальные Групповые Массовые

Таблица 3. Паспорт опасности грозового разряда в атмосфере

Признак	**Вид деятельности**
Происхождение	Естественное

Физическая природа потока	Энергетическая
Интенсивность потока	Чрезвычайно опасная
Длительность воздействия	Кратковременная
Зона воздействия	Городская и природная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности процесса воздействия	Реальна при угрозе и реализованная попаданием молнии в объект защиты
Степень идентификации опасности человеком	Различимая
Вид негативного воздействия	Травмоопасная
Масштаб воздействия	Индивидуальный, редко групповой

Таблица 4. Паспорт опасности сброса жидких отходов гальванического цеха (участка)

Признак	**Вид опасности**
Происхождение	Техногенное
Вид потока	Массовая
Интенсивность потока	Опасная
Длительность воздействия	Постоянная и периодическая
Зона воздействия	Городские и природные водоемы
Размеры зоны воздействия	Локальная и региональная
Степень завершенности воздействия	Реализуемая
Степень идентификации человеком	Различаемая
Степень опасности	Вредное для человека и природы
Масштаб (численность) воздействия	Групповой

Таблица 5. Паспорт опасности ЛЭП

Признак	**Вид опасности**
Происхождение	Техногенное
Вид потока	Энергетическая
Интенсивность потока	Опасная
Длительность воздействия	Постоянная
Зона воздействия	Городская, производственная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности воздействия	Реальная
Степень идентификации человеком	Не различаемая
Степень опасности	Вредный
Масштаб воздействия	Индивидуальный

Паспорт опасности необходим для правильной оценки негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устроения локализации воздействия опасности.

Согласно стандартам МЧС ЧС классифицируются в зависимости от числа пострадавших, числа людей, у которых оказались нарушенными

условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, а также от границ зон распространения поражающих факторов. Ранее (Постановление Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1094) выделялись локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные ЧС. В настоящее время принята другая классификация ЧС, учитывающая новую номенклатуру административных единиц (Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304).

Таблица 6. Классификация ЧС по масштабам проявления

Характер ЧС	**Количество пострадавших чел., либо ущерб. руб.**		**Граница зоны ЧС**
Локального характера	Не более 10	Не более 100 тыс.	Не выходит за пределы территории объекта
Муниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения
Межмуниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию
Регионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500 млн.	Не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации
Межрегионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500	Затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации
Федерального характера	Свыше 500	Свыше 500 млн.	

За 2009 – 2016 годы в РФ произошло 2673 чрезвычайных ситуации, из которых 1 400 – ЧС локального характера, 952 ЧС – муниципального, 123 – межмуниципального, 165 – регионального, 8 – межрегионального, и 11 – ЧС федерального характера.

Из всех ЧС более 88 % составляют ЧС локального и муниципального характера.

Из 2 673 ЧС рассматриваемого периода в Российской Федерации 1 565 – техногенные ЧС, 727 – природные, и 348 ЧС – биолого – социальные. Более половины (59%) произошедших ЧС – техногенного характера, менее трети (27%) – природные чрезвычайные ситуации.

За рассматриваемый период в Российской Федерации в ЧС погибло 5712 человек, из них в техногенных ЧС – 5068 человек, в природных ЧС – 304 человека и в биолого–социальных ЧС – 148 человек (92 погибших не отнесены ни к одной из этих категорий). Значительная часть (88.7 %) погибла в результате техногенных ЧС, доля погибших в природных ЧС составила 5.3 %, а в биолого–социальных ЧС – 2.6%.

Число пострадавших от ЧС в Российской Федерации за рассматриваемый период: всего 614 801 человек, из них в техногенных ЧС – 37 220, в природных ЧС – 574 261, в биолого–социальных ЧС – 2 333 (987 пострадавших не отнесены ни к одной из вышеуказанных категорий).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое техносфера? Какие подсистемы – субсферы выделяются в ее составе?
2. Что такое техносферные опасности? Какие они бывают?
3. Что такое ноксология? Назовите принципы ноксологии.
4. Назовите основные потоки опасностей?
5. Что такое толерантность и какие бывают виды воздействия потоков на человека?
6. Что такое поле опасностей? Какие опасности входят в первый круг опасностей?
7. Какие свойства опасностей положены в основы их классификации?
8. Что такое паспорт опасности? По каким признакам он составляется?

9. Приведите классификацию ЧС по масштабам проявления.
10. Какими параметрами оценивается ЧС локального, муниципального и регионального характера?

Глава 2

ТЕХНОГЕНЕЗ

Как отмечалось во введении, **основными видами воздействия на окружающую среду при техноприродных процессах является:**

- **изменение естественных ландшафтов;**
- **изъятие природных ресурсов;**
- **внесение в окружающую среду загрязненных веществ.**

Соответственно, среди факторов развития техноприродных процессов можно выделить географические, геологические и геохимические. Причем последние по объему химических веществ, поставляемых в окружающую среду, занимают лидирующее положение. Географические и геологические факторы способствуют распространению техногенных веществ, накопленных в окружающей среде от хозяйственной деятельности человечества.

Следует отметить, что человечество за последние 100 лет только из литосферы изъяло огромное количество минерального вещества, которое было преобразовано в техногенные вещества, в техноприродные системы, составившие суть современной техносферы.

Современная техносфера – это сложное надприродное образование, состоящее из нескольких подсистем – субсфер и включающее разнообразные артефакты, технолиты, техническое и техногенное вещество и др., порожденное в результате такого всеобъемлющего и вездесущего процесса как техногенез.

2.1. ТИПЫ ТЕХНОГЕНЕЗА

Понятие **«техногенез»** было предложено А. Е. Ферсманов в 1934 г. для характеристики техногенных геохимических ландшафтов в условиях эксплуатации рудных месторождений, как совокупное проявление техногенных процессов рассеивания рудной минерализации на поверхности Земли. С точки зрения А. Е. Ферсмана, «человечество такой же природный агент, как жар и холод, дробящие горные породы, как живые организмы, создающие особые химические соединения, минералы, горные породы».

А. Е. Ферсман подчеркивает принципиальное термодинамическое различие между процессами живой и неживой природы. «**В неживой природе** преобладает рассеивание энергии, упрощение структур, стремление к равновесию, покою. А **жизнь** — это накопление энергии, усложнение, обновление, неустойчивость и ее постоянное сохранение, устремленность к новым рубежам, к освоению новых пространств, веществ, интервалов времени». В «… области жизни могучим … деятелем выступает человек», утверждает далее академик А.Е. Ферсман «…Тысячами способов аккумулирует человек запасы природных сил, вся деятельность его неустанно и упорно направлена на образование соединений с большим запасом энергии», что идет в разрез с эволюционной тенденцией земли к упрощению и рассеиванию энергии» [18].

Воздействие техногенеза на подземные воды и окружающую среду в своей работе по истории природных вод в 1933 году описал академик В.И. Вернадский следующим образом: «…вся природа плейстоцена, вся биосфера меняется деятельностью человечества. …Начало процесса теряется в седой исторической древности Египта, Месопотамии, Средней Азии… В XIX и XX вв. кривая изменения небывало резко поднялась вверх, охватив всю биосферу. Этот процесс идет вглубь, меняет режим пластовых вод... Тысячелетия идет изменение верховодок – вод грунтовых, позже началось изменение бурением и рудным делом вод пластовых напорных. Сейчас оно

местами сказывается глубже двух километров от земной поверхности. На всей биосфере исчезают и изменяются старые виды поверхностных вод, пластовых вод, вод почв и источников. Создаются новые культурные воды» [4].

Таким образом, истоки понятия «техногенеза» в размышлениях В.И. Вернадского и Ферсмана А.Е. исходят от горнорудной деятельности человека, преобразующее воздействие на литосферу которой более других изучено.

В геологическом словаре (1978) дается другое толкование этого понятия: **«Техногенез – совокупность процессов, вызванных производственной деятельностью человека**». В словаре по физическое географии **под техногенезом понимается «происхождение и изменение ландшафтов под влиянием прямо или косвенно действующих техногенных факторов: горноразработок, промышленных, энергетических или селькохозяйственных предприятия, гидротехнических сооружений, хозяйственного использования лесных массивов.**

М. А. Глазовская придает техногенезу геохимический аспект: « 1. Извлечение химических элементов из природной среды (литосферы, гидросферы, атмосферы) и их концентрацию; 2. Перегруппировку химических элементов, изменение химического состава соединений, в которые эти элементы входят, а также создание новых химических веществ; рассеяние вовлеченных в техногенез элементов в окружающей среде» [5].

В настоящее время появилось более широкое толкование термина «техногенез», предложенное Р. К. Баландиным: «**Техногенез – обусловленный деятельностью человека процесс перестройки биосферы, земной коры и околоземного космоса» [2].**

ГОСТ 17.5.1.01 – 83 дает такое определение: «**Техногенез – процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека».**

Таким образом, в зависимости от рода деятельности человека можно выделить сельскохозяйственный, лесотехнический, горный, геологоразведочный, металлургический, градостроительный, космический, военный и другие виды техногенеза.

В работе Н. И. Плотникова **техногенез рассмотрен как «совокупность литолого – фациальных, геохимических, гидрогеологических, биогидрогеологических, инженерно – геологических, геокриологических и других техногенных процессов, протекающих в той части литосферы, в которой интенсивно проявляется инженерная деятельность человека, приводящая к изменению состояния и свойств геологической и нередко окружающей среды в целом» [15].**

Выделение типов техногенеза выполнено Н. И. Плотниковым по совокупности техногенных процессов в прямой зависимости от сложности и формы воздействия инженерной деятельности (табл. 7**). Горный техногенез** (техногенез горнорудной промышленности), занимающей первую строчку, отличается следующем:

- формированием на поверхности техногенного ландшафта, включая геохимическое и гидрогеохимические его аспекты, и, как следствие, загрязнения геологической среды, в том числе, почв, поверхностных и подземных вод;
- формированием техногенного поля напряжений в горном массиве, приводящих к развитию техногенной трещиноватости и деформации поверхности земли. Известно, что процесс отработки месторождения, даже если он организован с учетом самых

передовых технологий, дестабилизирует массив горных пород и вызывает активизацию экзогенных и, даже, эндогенных процессов;

- формированием в водоносном горизонте локального или регионального техногенного гидродинамического режима, приводящего к дренированию влаги на этой площади;
- проникновением техногенных процессов на значительную глубину, в пределах которой подземные воды обладают высокой окислительной способностью, способностью выщелачивания, растворения и интенсивным тепло – массообменом, направленным из недр на поверхность земли;
- значительным истощением естественных запасов подземных вод, переформированием структуры подземного потока в плане и разрезе, баланса общего и регионального стока.

Таблица 7. Типизация техногенеза (по Н. И. Плотникову)

Номер	**Типы техногенеза**	**Основная техногенная нагрузка на окружающую среду**	**Особенности эволюционного преобразования геологической среды**
I	Горнорудной промышленности	Интенсивное осушение водоносных горизонтов при горных выработках, эксплуатация хвостохранилищ, водозаборов и т.д.	Истощение естественных запасов, формирование геохимического ландшафта, изменение гидродинамического поля по площади влияния, в меньшей степени, загрязнение геологической среды
II	Гидромелиоратив-ный	Интенсивное техногенное, линейное и площадное питание подземных вод	Площадное загрязнение подземных вод, при отсутствии дренажа – ухудшение экологического качества геологической среды (формирование техногенных процессов вторичного засоления почв)
III	Градопромышлен-ного комплекса	Сложная система взаимодействия техногенных процессов с осушением	Формирование градопромышленного ландшафта с тенденцией загрязнения окружающей среды; подтопление

		геологической среды	городских территорий

IV	Гидротехнического комплекса	Интенсивное техногенное питание подземных вод при эксплуатации равнинных водохранилищ. Техногенная нагрузка на естественное поле напряжения геологической среды при эксплуатации горных водохранилищ	Подтопление прилегающих территорий, искусственное восполнение запасов подземных вод. Формирование вызванных (техногенных) землетрясений

2.2. ГОРНЫЙ ТЕХНОГЕНЕЗ

Классификационным признаком при выделении типов техногенеза, по Плотникову Н. И., рассматриваются комплексы техногенных процессов, посредством которых проявляются вышеуказанные особенности. Применительно к горному техногенезу в комплексе учтено 11 видов техногенных процессов (табл. 8). На рудниках Урала дополнительно известны подземные пожары в медно– колчеданных шахтах (например, Дегтярский, Карабашский, Сибирский рудники).

Таблица 8. Комплекс техногенных процессов горного техногенеза (по Н. И. Плотникову и С. Н. Елохиной)

Техногенный процесс	**Формы техногенного изменения свойств окружающей среды (ОС)**	**Примеры на территории Урала**
Осушение водоносных пород надрудной и водовмещающей толщ	Истощение естественных запасов подземных вод. Коренное нарушение взаимосвязи поверхностных и подземных вод.	Практически все горнорудные объекты: СУБР, Дегрярский, Левихинский, Березовский, Пышминско – Ключевской,

	Дренирование родников, колодцев, водозаборных скважин в зоне гидродинамического влияния. Нарушение структуры общего водного баланса. Загрязнение поверхностных вод в результате сброса дренажных вод. Существенное ухудшение общих ландшафтных условий.	Гумешевский, Сибайский и др. рудники
Вторичная консолидация рыхлых пород	Деформация поверхности и, как следствие, деформация подземных коммуникаций и нередко поверхностных сооружений	Возможны на буроугольных шахтах Челябинского бассейна
Депрессионное уплотнение песчано–глинистых пород при снижении пластового давления	Деформация поверхности и, как следствие, формация шахтных стволов и околошахтных горных выработок	Данные отсутствуют
Сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок	Значительная деформация поверхности, подземных коммуникаций и нередко поверхностных сооружений, дорог. Образование зоны техногенной трещиноватости	Практически все горнорудные объекты подземной и комбинированной систем отработки: шахты Магнетитовая и Северо – Песчанская, Дегтярский, Левихинский, Березовский, Гумешевский, Крылатовский и др.
Суффозионные и суффозионно-карстовые процессы, формирующиеся при осушении водоносных карбонатных пород	Образование на поверхности провальных воронок. Деформация поверхностных и подземных сооружений в зоне влияния провальных воронок	СУБР, Высокогорское, Алапаевское и Зыряновское железнорудные месторождения
Внезапный прорыв рудничных вод, формирующийся под влиянием остаточного гидростатического напора	Деформация и затопление горных выработок, нарушение общего ритма добычных работ	Практически все горнорудные объекты с подземной отработкой
Оползневые процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при слабоосушенных песчано–глинистых породах	Деформация уступов и бортов карьера. Нарушение общего ритма горных работ.	Режевской никелевый рудник, ГОК «Ванадий» (Гусевогорское МПИ), Меднорудянский отработанный карьер г. Нижний Тагил
Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации	Ухудшение качества рудничных вод, их химическое загрязнение, возможно формирование агрессивных кислых вод. Вторичное минералообразование (семиводные минералы типа мелантерита) и их накопление в трещинах техногенной зоны аэрации	Все медноколчеданные месторождения Урала (Емлин)
Взаимодействие осушительных устройств и водозаборных сооружений предприятия	Снижение общей производительности водозабора, требующее нередко строительства нового каптажного сооружения. Ухудшение качества воды на	Пышминско – Ключеской и Березовский рудники, липовский никелевый рудник

	водозаборе при остановке рудника и затоплении выработок	
Пучение глинистых пород в подземных горных выработках	Деформация горных выработок, требующая специального крепления	Данные отсутствуют
Горные удары при освоении месторождений в сложных геологоструктурных условиях	Деформация и обрушение горных выработок	СУБР
Подземные пожары	Повышенное газообразование. Изменение температуры горных пород	Дегтярский, Леневский и др. медноколчеданные рудники

Анализ табл. 8 свидетельствует, что максимальное по площади изменения свойств литосферы и окружающей природной среды связаны с дренажными мероприятиями по **осушению горных выработок**. В динамике процесса осушения выделяются две фазы:

- в первую фазу горные работы расположены выше местного базиса эрозии; источниками обводнения горных выработок являются естественные ресурсы и запасы подземных вод; на фоне естественного потока подземных вод под влиянием шахтного водоотлива формируется локальный техногенный фильтрационный поток, контуры которого вызывают ограниченное осушение компонентов ОС;
- во вторую фазу осушения снижение уровня подземных вод достигает значительных глубин; в балансовую структуру источников обводнения привлекаются поверхностные воды прилегающих рек, родниковый сток, грунтовые воды аллювиальных отложений; происходит отрыв депрессионной воронки от речных долин и её региональное развитие.

Обратной стороной осушения является формирование огромных объемов дренажных вод, имеющих обычно аномальный химический состав, что ограничивает их использование в хозяйственных и технических целях. В результате производится сброс дренажных вод в поверхностные водные системы, который загрязняет их. Иногда процесс смешения рудничных и речных вод прослеживается визуально на космоснимках на многие

километры. Имеется большой объем фактических данных и многочисленные исследования по составу рудничных вод и их влиянию на речной сток.

Снижение уровня подземных вод на больших площадях, кроме того, приводит к осушению почвенно– растительного слоя, ухудшению питания растительных сообществ, снижению бонитета лесных насаждений, осушению болот, занимающих важное место в биогеоценозах.

Опасной является техногенная активизация **суффозионно–карстовых** процессов, которые могут развиваться в краевых частях депрессионных воронок рудничного водоотлива за пределами горного и земельного отвода горнодобывающих предприятий, что затрудняет их прогноз и контроль. Обычно процессы техногенного карста и суффозии происходят на пойменных участках речных долин (СУБР и др.).

В пределах горных отводов при определенных системах подземной разработки (чаще с обрушением кровли) формируются мощные **зоны провалов,** как, например, над подземными выработками шахты Северо–Песчанская Богословского рудоуправления или шахты Магнетитовой Высокогорского управления, достигающие глубины 40 и более метров.

Внезапный прорыв рудничных вод встречался при работе многих уральских рудников. Особенно водообильными являются СУБР, ЮУБР, Полуночные марганцовые рудники, Гумешевский, Дегтярский и др. объекты, в геологическом строении которых участвуют карстующиеся горные породы (известняки и доломиты). Опасными являются прорывы поверхностных вод при развитии депрессионных воронок по площади (СУБР, Покровское и Зыряновское железорудные месторождения, Березовский рудник и др.). С увеличение глубины отработки объем водопритоков обычно стабилизируется (Гидрогеология СССР …).

Оползневые процессы на бортах карьеров и провалов в пределах Уральских складчатых структур обычно формируют мелкие тела, которые устраняются их укреплением.

Техногенный процесс **окисления рудной минерализации** наибольшую активность приобретает на колчеданных месторождениях и, в первую очередь, в пределах породных отвалов, механизм которого достаточно хорошо изучен, наибольшую активность приобретает на колчеданных месторождениях и, в первую очередь, в пределах породных отвалов. При описании старых Сернистых рудников в Самарской области и рудников на побережье Белого моря, в пределах техногенной зоны аэрации происходит не только окисление и вынос минеральных образований, но и накопление вторичных минералов. На Урале образование вторичных минералов на разрабатываемых медноколчеданных месторождениях описано Б. В. Чесноковым, а на угольных – С. С. Потаповым и С. М. Блиновым и др.

Ещё одним опасным техногенным процессом горнорудного техногенеза являются **горные удары и подземные пожары**.

2.3. ТЕХНОГЕНЕЗ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ СТАДИЙ

С. Н. Елохина в работе «Техногенез затопленных рудников Урала» обстоятельно рассмотрела **техногенез постэксплуатационной (пассивной) стадии** горного техногенеза, отмечая, что на пассивной стадии формируется комплекс природно– техногенных геологических процессов со специфической гидродинамической и геохимической обстановкой (табл. 9).

Таблица 9. Комплекс техноприродных процессов активной и пассивной стадий горного техногенеза (по Э. Ф. Эмлину и С. Н. Елохиной)

Техногенные активной стадии (Э. Ф. Емлин, 1991)	**Природно – техногенные пассивной стадии (С. Н. Елохина, 2013)**
Осушение водоносных пород надрудной и рудовмещающей толщ дренажными мероприятиями	Подъем уровня подземных вод после остановки водоотлива в границах депрессионной воронки, самозатопление шахтных полей Излив шахтных вод на поверхность земли Изменение структуры фильтрационного потока и общего водного баланса Подтопление, заболачивание Сохранение водоотлива полностью или

	частично

Вторичная консолидация рыхлых пород при снижении пластового давления	Разжижение и снижение прочностных свойств горных пород при их вторичном замачивании
Депрессионное уплотнение песчаноглинистых пород при снижении пластового давления	То же
Сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок	Гравитационные процессы на подработанной территории, в том числе, в зоне сдвижения
Суффозионные и суффозионно-карстовые процессы, формирующиеся при осушении водоносных карбонатных пород	Суффозионные и суффозионно– карстовые процессы, формирующиеся в зоне сезонного колебания уровня подземных вод, в первую очередь, над подземными горными выработками
Внезапный прорыв рудничных вод, формирующийся под влиянием остаточного гидростатического напора	Внезапный прорыв рудничных вод из старых затопленных выработок в новые и работающие выработки
Оползневые процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при слабоосушенных песчано– глинистых породах	Оползневые и осыпные процессы при открытой разработке месторождений, формирующиеся при «мокрой» консервации карьерных выемок
Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации	Химическое выветривание техногенных литоминеральных образований (отвалов, аэрогенных ореолов и др. объектов). Окисление рудной минерализации и органических веществ в осушенных породах техногенной зоны аэрации при неполном восстановлении уровня подземных вод. Растворение вторичных минералообразований в бывшей техногенной зоне аэрации
Взаимодействие осушительных устройств и водозаборных сооружений предприятия	Включение в область питания водозаборных сооружений затопленных шахтных полей
Пучение глинистых пород в подземных горных выработках	Водная эрозия стенок подземных горных выработок
Горные удары при освоении месторождений в сложных геологоструктурных условиях	Нарушение прочностных свойств и устойчивости подработанных массивов горных пород
Техногенные землетрясения	Техногенные землетрясения
Подземные пожары	Изменение температурного градиента в массиве горных пород
Формирование техногенных ландшафтов	Нерекультивированные техногенные

	ландшафты или их элементы, составляющие природно– техногенные геологические опасности

В табл. 10 комплексы техноприродных процессов, развивающиеся при разработке месторождений твердых полезных ископаемых, сведены в группы процессов: горно– технологические, геодинамические, геохимические, гидродинамические, гидрогеологические и гидрологические.

Таблица 10. Комплексы техногенных и техноприродных процессов горного техногенеза активной и пассивной стадий разработки месторождений

Группа процессов	Процессы активной стадии	Процессы пассивной стадии
Геодинамические	Оползни, сдвижение в массиве горных пород в зоне влияния горных выработок, горные удары и техногенные землетрясения	Оползни, осыпи, провалы, трещинообразование, обрушение горных выработок, горные удары
Гидрогеологические и гидрологические	Осушение водоносных пород надрудной и рудовмещающих толщ, прорыв рудничных вод	Подтопление, заболачивание, излив шахтных вод на поверхность, суффозионные и суффозионно– карстовые процессы
Гидродинамические	Депрессионное уплотнение песчано– глинистых пород, вторичная консолидация рыхлых пород при снижении пластового давления, пучение глинистых пород	Разжижение и снижение прочностных свойств пород при их вторичном замачивании, водная эрозия стенок подземных выработок
Геохимические	Химическое выветривание, в т.ч. окисление рудной минерализации и органических веществ	Химическое выветривание, вторичное минералообразование, растворение вторичных минеральных образований
Горно– технологические, в т.ч. физические, механические	Вскрышные, буро– взрывные работы, экскавация, дробильно– сортировочные работы, отвалообразование	Рекультивация (горнотехническая, биологическая, химическая и др.)

2.4. ТЕХНОГЕНЕЗ АСБЕСТОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

Как отмечалось выше, одним из мощных ландшафтопреобразующих факторов является горнодобывающая промышленность. Именно с горнодобывающими предприятиями как градообразующими связано появление многих российских городов и горняцких поселков: г. Мирный – алмазы, г. Березовский – золото, г. Дегтярск – медные руды, г. Магнитогорск – железо, г. Асбест – хризотил – асбест и многие другие города.

В результате взаимодействия горного предприятия с окружающей средой формируется **природно – техническая система (ПТС**), которая охватывает разномасштабные явления и процессы техногенеза. Согласно известным определениям, **ПТС включает две подсистемы: «сооружение» (карьер, подземная горная выработка) и «область взаимодействия» (геологические, инженерно – геологические, гидрогеологические, геокриологические условия**). На рис. 2 представлена структура ПТС месторождений твердых полезных ископаемых,по И.А.Абатуровой [9], а ниже приводится характеристика ПТС Асбестовского промышленного узла, которая сформировалась в результате производственной деятельности комбината «Ураласбест» по разработке Баженовского месторождения хризотил – асбеста [9].

Предприятия Асбестовского промышленного узла размещены в пределах г. Асбеста и прилегающего к нему района(рис. 3). Основной жилой массив г. Асбеста примыкает к западному борту действующего карьера, небольшой жилой массив (пос. 101 квартал) расположен вблизи восточного борта карьера. В южной части города расположен ремонтно – механический завод, к востоку от карьера на расстоянии 1.5– 3.5 км от основного жилого массива – цех 1 (фабрика №6) и цех 2 (фабрика № 4) обогатительной фабрики, отвалы вскрышных пород и отходов обогащения асбеста.

Основные источники воздействия, соизмеримые в площадном отношении с селитебной территорией г. Асбеста, – карьер и отвалы вскрышных пород.

Вставить рисунок!

Рисунок 2. Структура природно – технической системы месторождений твердых полезных ископаемых

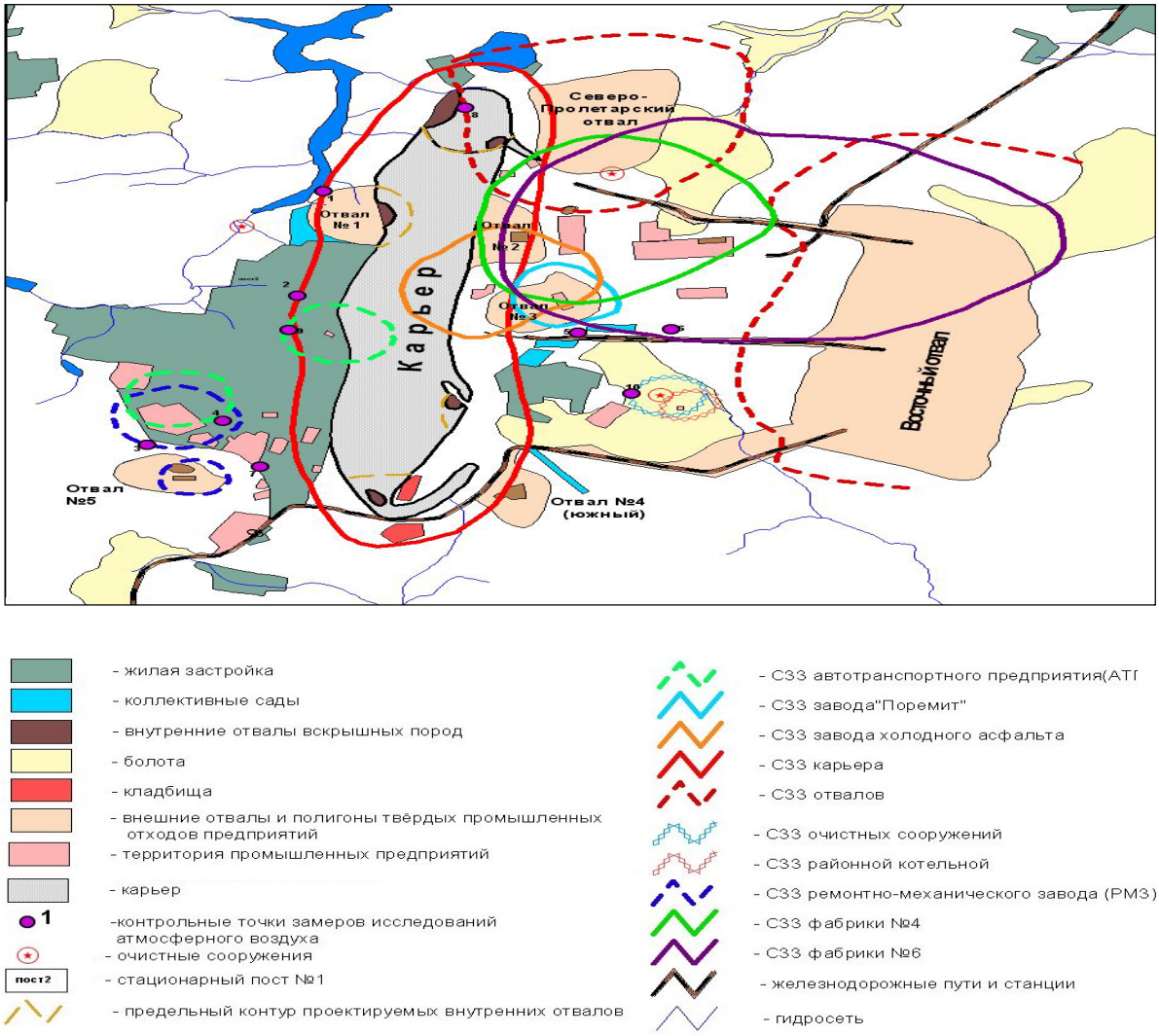


Рисунок 3. Карта техногенных объектов Асбестовского промышленного узла

Карьер. Разведанное до глубины 300– 1200 м, Баженовское месторождение занимает площадь 45 $м^2$ и субмеридионально вытянуто на 16,2 км при ширине до 3,0 км. Запасы полезных ископаемых Баженовского месторождения утверждены по хризотил – асбесту (1106,4 млн тонн по категориям А+В+С и 2156,9 млн т по категории $С_1$,) строительному камню (1298,6 млн $м^3$ по категории А+В+ $С_1$) и недавно разведанному на двух участках восточного борта карьера декоративному камню (серпентиниты и перидотиты с запасами 348 тыс. $м^3$ по категории $С_1$ и 1619 тыс. $м^3$ по категории $С_2$).

Разведанных запасов месторождения хватит еще на 60– 100 лет отработки месторождения открытым способом. При этом согласно первоначальному проекту, отработка месторождения открытым способом возможна до глубины 500 м от поверхности по Северному и Южному участкам карьера, и до глубины 680 м – по его Центральному участку.

Значительные размеры асбестовых залежей и их сближенность позволили разрабатывать месторождение крупными механизированными карьерами с системой разработки горизонтальными слоями большой мощности (высота добычных уступов – 10– 15 м, угол откоса 60– 80^0, ширина рабочих площадок 20– 100 м). В первый период добыча велась из нескольких карьеров, которые впоследствии соединились на различных горизонтах. В настоящее время месторождение отрабатывается единым карьером размерами 14*2 км и площадью 15,8 – 16,0 $км^2$, глубиной от 55 до 310 м, с дренажным водоотливом более 6 млн. $м^3$ воды в год.

Для рыхления скальных пород и руды применяются буровзрывные работы. Бурение взрывных скважин производится станками шарошечного бурения. Выемка горной массы производится экскаваторами. Транспортировка руды и пустых пород с нижних горизонтов карьера до внутрикарьерных перегрузочных пунктов производится с использованием большегрузных самосвалов. Максимальный объем годовой добычи составил

– 56,3 млн. тонн горной массы в 1997 г. (производство товарного асбеста соответственно достигало 19,9 млн. тонн, в том числе из отвалов бедных руд – до 2,3 млн. тонн).

Карьер Баженовского месторождения делит Асбестовский промышленный узел на две зоны, тяготеющие соответственно к его западному и восточному бортам. Непосредственно к западному борту примыкает основной жилой массив г. Асбеста, в зоне западного борта (южная промышленная зона города) находятся ремонтно– механический завод, автотранспортные предприятия и другие службы комбината).

В зоне восточного борта карьера расположены жилой массив 101 квартала, основные отвалы вскрышных пород и отходов обогащения, асбестообогатительная фабрика, заводы «Порэмит» и холодного асфальта, цех взрывных работ.

Отвалы и полигоны промышленных отходов Асбестовского промышленного узла. На территории присутствуют 8 внешних отвалов общей площадью 33,6 км^2, что составляет около 44 % от площади земельного отвода предприятия (отвалы № 1– 5, Северо– Пролетарский отвал, два слившихся Восточных отвала) и 2 действующих полигона твердых промышленных отходов: полигон севернее асбестообогатительной фабрики № 4 и полигон северо– восточной части промплощадки фабрики № 6.

Нижняя часть отходов часто увлажнена вследствие неглубокого (иногда менее 2 м от подошвы складируемых отходов) залегания подземных вод. Предположительно на большей части площади, в основании отвалов залегают уплотненные весом отвалов и закольматированные пылеватыми частицами, выносимыми из тела отвалов, песчано– глинистые отложения различной мощности. Это предполагает наличие линз верховодки в основании отвалов, вода которой подпитывает грунтовые воды.

На предприятии принята трехъярусная технология отвалообразования. Первый ярус (высотой 50 м) отсыпается из вскрышных пород. Отходы

обогатительных фабрик складируются преимущественно на втором и третьем ярусах отвалов. По мере заполнения третьего яруса планируется покрытие отходов обогащения глинистыми породами.

В отвалах сложено 1570,7 млн. $м^3$ или 4410,9 млн. т. вскрышных пород, а также 328,6 тыс. $м^3$или 519,5 млн. т отходов обогатительных фабрик. В последние годы, из– за потери рынков сбыта, объем промышленных отходов обогатительного комплекса возрос с 6,6 до 12,0 млн. т в год (из них утилизируется до 1,7 млн. т). Ожидается, что количество отходов обогащения, складируемых в отвалы, в будущем будет колебаться в зависимости от ритмичности работы обогатительных предприятий и изменения спроса на строительные материалы, но не превысит 15,4 млн. т. в год. При этом проект развития комбината предусматривает максимальное снижение коэффициента вскрыши за счет увеличения крутизны бортов карьера и переход на внутреннее отвалообразование. Ежегодное количество образующихся вскрышных пород составляет около 37 млн. т., из которых утилизируется 19,2 млн. т.

В настоящее время в соответствии с разработанными институтом Уралгипрошахт проектами неутилизированные вскрышные породы складируются в отвал № 1, Северо–Пролетарский и Восточный отвал, а также во внутренние отвалы, расположенные на временно консервируемых участках карьера.

Выполненными в семидесятых годах исследованиями свойств отходов асбестообогатительных фабрик (Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта) установлено, что на поверхности отвалов обогащения под воздействием осадков образуется устойчивая к разрушению корка, армированная волокнами асбеста, которая предотвращает пылевыделение. Кроме того, отходы обогащения являются недренирующим материалом, и внутренняя часть объемов отходов обогащения сохраняется в

сухом состоянии. Однако данными свойствами обладают только отходы обогащения.

Сводная характеристика отвалов и полигонов промышленных отходов приведена в таблице 11.

Предприятие имеет два основных вида отходов (составляющих более 90 % от всей массы отходов производства) – вскрышные породы (коэффициент вскрыши составляет 1,8 – 3,1 т/т) и отходы сухого обогащения асбестовой руды. Кроме того, в отвалы складируются продукты осаждения рукавных фильтров и электрофильтров, отходы литейного производства, прочие твердые отходы производства.

По минеральному составу в складируемых материалах преобладают силикаты группы серпентина, оливина и пироксена. В качестве примесей присутствуют магнетит, брусит, магнезиальные карбонаты, хромшпинелиды, тальк, хлориты и некоторые другие минералы.

Распределение пород отвальной массы по литологическим разновидностям следующее: серпентиниты – 44,5 %, перидотиты – 28,6 %, габбро – 12,3 %, тальк – карбонатные породы – 7 %, диориты – 4,9 %. Химический состав вскрышных пород: MgO – 42,0 %, SiO_2 – 40,9 %, Fe_2O_3– 3,0 %, Al_2O_3 – 1,25 %. Фракционный состав вскрышных пород: фракция размером до 5 мм – 10%, от 5 мм до 1 м – 20%, размером от 1 до 2 м и от 2 до 3 м – по 15 %, от 3 до 5 м – 10%, от 5 до 10 м – 20% и размером более 10 м – до 10% от общей массы.

Таблица 11. Краткая характеристика отвалов Асбестовского промышленного узла

№ отвала	**Местоположение отвалов**	**Высота, м/S, км^2**	**Объем отходов на 2000 г., млн. т.**	**Состав отходов**
№ 1	Правобережный склон долины реки Б. Рефт в 100–150 м от уреза воды Малышевского водохранилища. Примыкает к застроенным территориям г. Асбеста и северо– западному борту карьера.	30 / 1,6	165,4	Вскрышные породы и забалансовые руды

№ 2	В пределах водораздела р.р. Пышма и Б. Рефт, в промышленной зоне на восточном борту карьера. Большая часть площади отвалов расположена в зоне дренажного влияния карьера и его крайняя восточная часть в многоводные периоды имеет сток подземных вод в северо– восточном направлении к Северо– Пролетарскому отвалу	54– 58/1,4	212,2	Вскрышные породы и забалансовые руды
			60,2	Отходы обогащения
			0,0074	Шламы производства мозаичной плитки
№ 3	В пределах водосборной площади р. Талица (левобережный приток р. Пышма), в промзоне, в 0,5 км восточнее карьера, в 0,5 км севернее поселка 101– й квартал. Западная часть дренируется депрессионной воронкой карьерного водоотлива.	70– 75/2,4	361,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			53	Отходы обогащения
№ 4	В 0,7 км юго– восточнее южного борта карьера, на водоразделе безымянного левого притока р. Грязнушки (левый приток р. Пышма) и р. Талицы	45/1,6	163,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
№ 5	В 1 км юго– западнее г. Асбеста, на водоразделе р.р. Б. Рефт и Грязнушка	40/0,9	62,9	Отходы обогащения
			0,011	Формовочные материалы литейного производства
			0,000027	Окалина
			0,000022	Углеродная, графитовая пыль
Северо– Пролетарский отвал	В 0,5 км восточнее северной части карьера Баженовского месторождения, в 0,5 км юго– восточнее оз. Окунево, на приводораздельном склоне долины р. Пещерная (правый приток р. Б. Рефт)	67/4,2	660,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			0,00031	Стройматериалы
			0,000035	Негодные резинотехнические изделия
Восточный отвал	В 8 км восточнее г. Асбеста, на водоразделе р.р. Талицы и р. Б. Рефт	51/19,5	2939,3	Вскрышные породы и забалансовые руды
			385,7	Отходы обогащения
Внутренние отвалы	Западный и восточный борта законсервированных карьеров № 1– 2 и Северный, а также в пределах южной выездной траншеи с выведенной из эксплуатации части территорий внешних отвалов.	…	46,5	Вскрышные породы и забалансовые руды

Содержание химических элементов в отвальных породах и в подотвальных подземных водах, развитых в районе отвалов, приведено в таблице 12.

Таблица 12. Химический состав техногенных образований отвалов и подземных вод

Химический элемент	Кларк в земной коре, % (по Ферсману А. Е.)	Вскрышные породы, %	Отходы обогащения, %	Отвалы в среднем, % (максимальный кларк концентрации)	Подземные воды в районе отвалов, мг/дм3
Cr	0,0083	0,17	0,13– 0,99	0,001– 3,1 (119,3– 373,5)	0,002
Ni	0,01	0,15	0,10– 0,196	0,001– 0,0196 (19,6)	0,006
Mg	2,35	20,6	37,2	21,9 – 26,7 (11,4)	27,97– 115,5
W	0,0001	Н.с.	Н.с.	0– 0,0003 (3,0)	Н.с.
Fe	4,2	4,2	5,6	0,183– 5,46 (1,3)	0,06– 0,2
Mn	0,10	0,03	0,03– 0,116	0,0077– 0,1155 (1,2)	0,006
Mo	0,0001	Н.с.	Н.с.	0– 0,0001 (1,0)	0
Si	26,0	48,6	39,8	17,9– 20,0 (–)	Н.с.
Al	7,45	9,8	2,1	0,005– 0,98 (–)	Н.с.
Ca	3,25	6,10	1,30	0,0071– 1,31 (–)	54,1 – 62,1
Na	2,40	2,10	0,20	0– 0,0148 (–)	0
K	2,35	0,05	0,05	0– 0,0083 (–)	0
F	0,01	Н.с.	0	0 (–)	Н.с.
Ti	0,61	Н.с.	0,003	0– 0,003 (–)	Н.с.
C	0,0014	Н.с.	Н.с.	0,002– 0,023	Н.с.
N	0,009	Н.с.	Н.с.	0,001– 0,007 (–)	Н.с.
Zr	0,017	Н.с.	Н.с.	0– 001– 0,003 (–)	Н.с.
Cu	0,0047	0,002	0,0019	0– 0,001 (–)	0
Zn	0,0083	0,007	0,006	0– 0,001 (–)	0
As	0,0002	Н.с.	Н.с.	0 (–)	0
Y	0,0029	Н.с.	Н.с.	0 (–)	Н.с.
Sr	0,034	Н.с.	Н.с.	0 (–)	0,02– 0,05
Pb	$1{,}6*10^{-3}$	0,01	0,01	Н.с.	0
Co	0,002	0,002	0,002	Н.с.	Менее 0,001
Cd	$5*10^{-4}$	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,0002
Be	Н.с.	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0– 0,001
Zr	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,003	Н.с.
V	Н.с.	Н.с.	Н.с.	0,007	Н.с.

Примечание: Н.с.– нет сведений.

Отходы обогащения представляют собой мелкий щебень фракций 0– 10 мм, содержащихся до 1,1 % асбеста. Отходы обогащения имеют лишь большую степень измельчения по сравнению с материалом вскрышных

пород, минералогический и химический состав идентичен вскрышным породам.

Так как на всех стадиях работ отсутствует какое– либо химическое воздействие на добываемую и обогащаемую руду, то наличие каких– либо специфических реагентов в отвальной массе и отходах обогащений исключено.

В количествах, превышающих кларковые, в отвальных породах содержатся Cr,Ni,Mg,W,Fe,Mn. Элементы, содержащиеся в максимальных концентрациях, имеют тенденцию к рассеиванию, выносу из отвальных пород при благоприятных условиях миграции.

Разработка месторождений открытым способом предполагает разрушение растительного покрова и местообитаний животных на месте карьера, отвалов, всех технологических и вспомогательных сооружений. Вокруг территории с полностью разрушенным почвенно– растительным покровом формируется зона его трансформации. Степень нарушенности почв и растительности в этой зоне разная, но имеет тенденцию к снижению с удалением от источника нарушений. При этом растительность может стать индикатором таких изменений как переувлажнение, дренаж, изменение физических и химических свойств почвы, интенсивность преобразований рельефа.

Загрязнение почв и растительности происходит вследствие распыления горной массы при разработке, транспортировке, хранении, в результате работы карьерной и транспортной техники, энергетических установок и технологического оборудования, а также при загрязнении водном и поверхностном.

Источником воздействия является пыль, прежде всего асбестовая, а также оксиды серы и азота, тяжелые металлы. Анализ приземных концентраций фитотоксичных соединений показал, что опасности для большинства групп растительности они не представляют.

Воздействие на животный мир карьерных разработок полезных ископаемых связано с разрушением и нарушением местообитаний, нарушением кормовой базы (в связи с разрушением растительного покрова), с шумовым воздействием техники и технологического оборудования, присутствием человека, охотой. Может иметь значение загрязнение воздуха, воды, пищи.

Исследования показали, что асбестовая пыль должна рассматриваться как физический фактор, а не химический – она может воздействовать, забивая поры и некоторым образом нарушая дыхание. Не зафиксировано действия асбеста на дыхание, на генетические особенности мелких млекопитающих, которые обитают на территории, примыкающей к комбинату «Ураласбест».

Анализ техногенных воздействий на рассматриваемую территорию позволяет разработать их классификацию. В основе классификации лежат природа и механизм воздействия, характер воздействия, его размер, положение в пространстве, обратимость, техногенное влияние, оказываемое тем или иным источником. В типизации учтены «первичные» техногенные воздействия, непосредственно влияющие на основные компоненты окружающей среды.

Классификация техногенного воздействия Асбестовского промышленного узла на окружающую среду выполнена на основе разработанной В. Т. Трофимовым, В. А. Королевым и А. С. Герасимовой [17] классификации техногенных воздействий с учетом загрязнений атмосферного воздуха(табл.13).

В год в атмосферу поступает около 1000 тонн пыли (при интенсивности 55 г/м^2), которая оседает в основном в радиусе 200– 300 м вокруг источников выброса. С пылью привносятся тяжелые металлы, основные – Cr и Ni.

За счет отбора подземных вод происходит уменьшение подземного стока на 5 % (1005 тыс. $м^3$/ год), а поверхностный сток увеличивается за счет сбросов дренажных вод и сточных с промышленных предприятий до 6726 тыс. $м^3$/ год с повышенным содержанием взвешенных частиц и соединений азота.

В процессе функционирования ПТС Асбестовского промышленного угла воздействие на окружающую среду оказывается, как правило, комплексно, но, опираясь на данную классификацию, комплексные воздействия всегда могут быть расчленены на отдельные составляющие для их изучения и последующего анализа. В пределах ПТС Асбестовского промышленного узла динамично (в масштабе физического времени) изменяется химический состав почв, поверхностных и подземных вод.

Таблица 13. Классификация техногенных воздействий на окружающую среду Асбестовского промышленного узла,по А.В.Захарову[9] .

Вставить таблицу!!!

2.5. ДЕГТЯРСКИЙ ТЕХНОГЕНЕЗ

Техногенез Асбестовского горнопромышленного узла характеризует техноприродные процессы активной стадии разработки месторождений.

На Урале как старейшем горнорудном регионе, кроме действующих, имеются многочисленные остановленные рудники. Так, на территории Свердловской области из 40 рудных месторождений, которые разрабатывались в 70– годах XX в. сейчас более 60 % находятся во временной или в стадии полной ликвидации. Одним из них является Дегтярский медный рудник, горнодобычные работы на котором были прекращены в 1944 г. в связи с полной отработкой утвержденных запасов.

С момента прекращения шахтного водоотлива и заполнения воронки депрессии все открытые горные выработки были полностью затоплены. Также образовались подотвальные озёра терриконов шахт «Капитальная– 1» и «Капитальная– 2» с переливом кислых вод в р. Дегтярку.

В условиях активизации процессов окисления остаточной сульфидной минерализации, неотработанных целиков рудного тела, а также подпитывания загрязненными атмосферными осадками, проходящими через слой отвальных пород, рудничные воды приобрели сульфатно– хлоридно– гидрокарбонатный и хлоридногидрокарбонатно– сульфатный состав с величиной сухого остатка от 5 до 12,6 г/л и более, и аномально высоким содержанием железа (36,6 мг/л в канализационном коллекторе, 1999 г.), меди (до 0,65 мг/л – на входе в очистные сооружения хозяйственно– бытовых стоков, 1999г.) и др. элементов. В связи с активной горнодобывающей деятельностью за весь период существования Дегтярского рудника наблюдалось существенное влияние техногенных процессов на окружающую среду. Горнорудная промышленность в районе Дегтярска имела свои особенности технологической системы добычи полезного ископаемого, глубину техногенного проникновения в недра земли, геолого– гидрогеологические условия промышленной отработки и др. Всё это в

совокупности определило особенности формирования природнотехногенных процессов на пассивной стадии техногенеза, которую можно квалифицировать как «Дегтярский техногенез», по С.Н.Елохиной [6].

Дегтярский техногенез, как и любой другой техногенез горнопромышленного профиля, характеризуется специфической ландшафтной, геодинамической и гидродинамической, гидро – и гидрогеохимической, инженерно– геологической и геофизической обстановками.

1. Природные ***ландшафты и почвы*** на территории Дегтярского рудника под влиянием техногенных мероприятий стадии освоения претерпели интенсивные антропогенные изменения. На поверхности сохранились терриконы, заброшенные копры шахт, провалы, карьерные и подотвальные озера и др. техногенные объекты. Почвенный покров распространён далеко не повсеместно, а там где он сохранился, характеризуется малой мощностью (не более 10– 15 см). Это связано с расчлененностью рельефа, густой сетью автодорог и железнодорожных путей, отвалов, терриконов, старых горных выработок и провалов. Местность покрыта густой сетью провалов и канав, глубина которых достигает иногда нескольких десятков метров. Лесная растительность представлена в основном лиственным составом пород. Встречаются единичные участки с произрастанием монокультур берёзы обыкновенной и осины на откосах отвалов и карьеров, а также на изрытой поверхности. **На пассивной стадии техногенеза в результате процессов самозарастания на нарушенной поверхности земли происходит формирование вторичного леса**. Однако значительную часть площади занимают **техногенные грунты**, относящиеся к 3 классу опасности, непригодные для самозарастания (растительность отсутствует).

Наличие взаимосвязанных подземных вертикальных и горизонтальных горных выработок с прямым доступом на самые глубокие горизонты

давления, равного атмосферному, позволяет выделять на глубину до 610 м специфические морфоструктурные элементы – ***подземные горнорудные ландшафты.***

Преобладание техногенных процессов над природными определяет современную картину ландшафта: характерна смена растительности с доминированием берёз и поросли сосны, формирование на большей части территории примитивного новообразованного профиля почв на перемещённых делювиальных и элювиальных глинах.

2. Интенсивная многолетняя горнодобывающая деятельность на территории рудника привела к активизации ***геомеханических и гидродинамических процессов***, таких как территории **сдвижение и обрушение горных пород, оползневые процессы на отвалах, затопление заброшенных открытых и подземных горных выработок, подтопление и заболачивание просевшей после заполнения воронки депрессии шахтного водоотлива. В текущий период на поверхности отвалов фиксируется активность процессов струйной эрозии, в бортах карьера – оползни, над подземными выработками – обрушения. Селитебная застройка города страдает от подтопления.**

Перемещенные почвы имеют молодой возраст и, согласно материалам ООО «Уральская геотехнологическая компания» (УГТК), более лёгкий механический состав, следовательно, больше подвержены процессам эрозии и дефляции, так как растительный покров на них, как правило, имеет незначительное покрытие.

3. В 2005 году на территории проводилось ***литохимическое опробование*** территории для изучения экологического состояния почв и грунтов. По значениям суммарного показателя химического загрязнения (Z_C) почво–грунты территории характеризуются чрезвычайно экологической ситуацией при опасном (Z_C = 32– 64) и, редко, весьма опасном (Z_C > 64) уровне загрязнения тяжелыми металлами. Последнее выявлено на восточном

склоне горы Лабус. В ореоле загрязнения юго-западной части высокие значения содержания Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Hg. В восточной части района с высокими значениями содержания Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Hg, Mn.

В результате деятельности горнодобывающей промышленности были сформированы техногенные почво-грунты практически на всей территории с техногенной геохимической ассоциацией, в которой главное место принадлежит цинку (С/ ПДК до 25), в меньшей степени накапливается медь, свинец, хром, ртуть, никель, марганец.

4. Основные проблемы создает кислый и агрессивный ***поверхностный и подземный сток***, обогащенный железом и тяжелыми металлами. Проходя через шахтное поле, река Дегтярка и ее русло было канализировано. На данный момент русло река представляет собой сточную канаву, принимающую шахтные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Русло р. Исток, пересекающее северный фланг месторождения, также претерпело техногенную трансформацию при освоении северного фланга месторождения.

В поверхностных водах в пределах зоны Дегтярского техногенеза в 2005 году были зафиксированы значения pH до 2,5– 3,0, минерализация до нескольких грамм на литр, аномально высокие содержания сульфат– иона, ионов металлов (Fe, Cu, Pd, Zn, Al, Mn, в том числе, Cd) (по данным ООО «ММПИ»). Состав поверхностных вод отражает тесную связь с изливающимися кислыми шахтными и подотвальными водами и резко отличается от природного.

В 2012 году содержание большинства элементов в речной воде в пределах рудного поля также выше фоновые значения (SO4/2– , Mg, Fe, Mn и Zn). Низкие значения pH указывают на сильное влияние отработанного месторождения. Пробы воды, взятой из карьера и после выхода из него, имеют значение pH 2,56 и 2,52, соответственно. Вода в приотвальных озёрах (терриконы шахт «Капитальная– 1» и «Капитальная– 2), имеет также низкие

показатели pH, составляющие 2,87 и 2,81. Вода р. Дегтярка после станции нейтрализации имеет значение pH 4,55. Фоновая кислотность воды в реках Дегтярка и Исток, до их попадания в пределы зоны Дегтярского техногенеза, составляют 6,72 и 7,01, соответственно.

По данным ООО «МППИ», среднегодовой вынос железа рудничным изливом на пассивной стадии составляет 1575 т/год и примерно соответствует объему выноса рудничным водоотливом, который однако подвергался более полной химической обработке на цементационной установке.

Вынос наиболее токсичного элемента кадмия, по данным того же источника, составляет 0,2 т/год при концентрации 0,10 – 0,26 мг/л.

5. На территории техногенеза активны процессы **вторичного минералообразования.** При выходе шахтных вод на поверхность земли в бортах карьерного озера, в русле рек Дегтярка и Исток после взаимодействия с атмосферными агентами в ***донных отложениях*** накапливается специфический осадок, содержащий большое количество железа.

Максимальное содержание Ni, Cu, Zn, Al, Pb, Mn, Cr, Co, Cd, Fe, Mg, As в донных отложениях наблюдаются на участках бывшей плотины «Гидромедь » и в донных отложениях приотвального озера террикона шахты «Капитальная – 1». При реабилитации территории техногенеза донный осадок, как источник вторичного загрязнения поверхностных вод, должен быть нейтрализован.

6. ***Гидродинамическая ситуация*** пассивной стадии Дегтярского техногенеза отличается смещением природных поверхностных водоразделов, частично унаследованных от активной стадии. Например, на базовом этапе мониторинга была зафиксирована самопроизвольная переброска части стока р. Вязовки, протекающей на южном фланге месторождения, через подземное выработанное пространство на север в бассейн р. Исток–Ельчевка. Переброска происходила фильтрацией речных вод (в объемах меньших, чем

при рудничном водоотливе) по зоне техногенной трещиноватости с выходом в виде родниковой разгрузки на поверхность земли и далее через зону сдвижения поглощением в подземные горные выработки, служащими путями транзита подземного стока на север к зоне разгрузки рудничного стока.

Суммарный объем излива рудничных вод на базовом этапе мониторинга в количестве 2– 4 тыс. $м^3$/сут. в период межени с возрастанием до 15 тыс. $м^3$/сут. в паводок.

Объем дренажных вод не имел такой изменчивости и в среднем составлял около 5 тыс. $м^3$/сут, причем гидрологическими работами ОАО «Гидроэкспедиция» было доказано , что около 50 % объема составляло поглощение поверхностного стока. Очевидно, что на пассивной стадии происходит увеличение доли подземного стока в общем водном балансе территории.

7. Указанные гидродинамические особенности пассивной стадии техногенеза не смогли бы реализоваться, если бы горными работами не был сформирован ***техногенный водоносный горизонт шахтного типа***.

Таким образом, **комплексный анализ компонентов геологической среды показал, что территория Дегтярского техногенеза является зоной экологического бедствия. В зонах провалов и карьерах продолжается развитие оползневых и провальных явлений, угрожающих близлежащим коммуникациям и строениям г. Дегтярска.**

Техногенные грунты часто не поддаются самозарастанию и требуют проведения специальных мероприятий по биологической рекультивации. При контакте данных пород с атмосферными осадками образуются кислые воды (pH 2– 3). Вынос токсичных компонентов (Cd, Cu, Zn, Fe, As, Ca, Mg, Al, S и др.) из сульфидсодержащих грунтов и подотвальных вод терриконов происходит как в подземные, так и в поверхностные воды с последующим поступлением в и питьевое водохранилище. Известкование поверхностных вод в существенной степени снижает внешнюю гидрохимическую опасность

зоны Дегтярского техногенеза, однако такие токсиканты как кадмий, не купируются в достаточном объеме. Рекультивация провалов в южной зоне сдвижения шлаковыми отходами требует дополнительного гидрохимического контроля на изливе шахтных вод.

На данной территории, с тяжелой экологической обстановкой, необходимо проводить регулярные исследования в назначенных точках контроля, для установления состояния техногенеза, его активизации или спада, в целом изменения геологической и окружающей сред, что имеет особую актуальность в области питания основного питьевого источника водоснабжения г. Екатеринбурга.

Изучение горного техногенеза является не только научной, но и важной практической задачей, потому что главной задачей в условиях техногенеза является разработка мероприятий по минимизации воздействия горнодобывающих комплексов на окружающую среду. Решение этих вопросов особенно важно для таких горнорудных регионов, как Уральский, где горнорудный комплекс является важной составляющей горно– металлургического комплекса. Именно Урал является одним из поставщиков железных и цинковых концентратов металлургических заводов региона. Но именно здесь, на Урале, накоплены миллиарды тонн горнопромышленных отходов (ГПО) в виде отвалов, хранилищ и свалок, уродуя и отравляя окружающую среду. Только Свердловская область за 300 лет накопила на своей территории около 9,0 млрд. тонн отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического, энергетического и химического производств, которые образовали 188 самостоятельных техногенно– минеральных объектов различных типов.

Несмотря на наличие сегодня технологических возможностей по переработке значительной части образующихся ГПО, доля отходов, размещенных в отходах, шламо– и шлаконакопителях, хвостохранилищах,

непрерывно увеличивается, усугубляя и без того непростую экологическую ситуацию в регионах их размещения.

Содержание тяжелых металлов в отходах в большинстве случаев превышает кларковые и фоновые значения. Твердые отходы являются своеобразными накопителями техногенных поллютантов, поступающих в природную среду гидрогенными и атмогенными путями.

Результатом стока жидких отходов из отвалов и других источников является повсеместное загрязнение прилегающего ландшафта: почв, подземных и поверхностных вод.

При открытой добыче полезных ископаемых в загрязнении окружающей среды большую роль играют выбросы в атмосферу пылегазовых продуктов добычных работ. При массовых взрывах концентрация пыли в воздух на расстоянии 1,5 км в течение часа составляет 6–10 мг/м^3. Из такого облака в радиусе 2–4 км рассеивается от 200 до 500 т. мелкодисперсной пыли, содержащей 93– 99 % частиц размером менее 5 мкм. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых значений на расстоянии до 10 и более км.

Наиболее эффективным способом защиты окружающей среды в районе горнодобывающих предприятий является, по мнению многих исследователей, комплексный метод рекультивации, который включает в себя горнотехническую, химическую и биологическую рекультивацию. Эти технологии позволят снизить уровень содержаний загрязнений в отвалах и хвостохранилищах, а также извлечь из них ценные компоненты.

В целях устранения негативного техногенного воздействия на окружающую среду техноприродных процессов горного техногенеза рекомендуется:

- изучение на основе комплексных исследований техногенных объектов;
- применение современных методов отвалообразования использованием гидроизолирующих материалов при формировании оснований;

- сбор рассеянных стоков карьерных, шахтных и подотвальных вод, жидкой фазы материала хвостохранилищ и других жидких производственных отходов в единый водосборник;
- очистка сточных вод и химическая нейтрализация отвалов с использованием комплекса гидрометаллургических, химических, физических и биологических методов;
- проведение биологической рекультивации на отвалах и хвостохранилищах с применением агротехнических процессов;
- инженерная защита горных выработок от поверхностного и подземного стоков, а также от минеральных пожаров.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие основные виды воздействия на окружающую среду отмечаются при техноприродных процессах?
2. Как трансформировалось содержание понятий «техногенез» с момента его появления?
3. Какие типы техногенеза выделяются, по Н. И. Плотникову?
4. Какие основные техногенные процессы выделяются в составе горного техногенеза?
5. Какие основные техноприродные процессы характерны для активной и пассивной стадий горного техногенеза?
6. Что такое природно – техническая система?
7. Из каких техногенных объектов состоит Асбестовский промышленный узел?
8. Какие техногенные воздействия на окружающую среду оказывает техногенез Асбестовского промышленного узла?
9. Какие техногенные воздействия на окружающую среду оказывает Дегтярский техногенез пассивной стадии?

10. Какие методы можете порекомендовать для уменьшения или устранения негативного воздействия на окружающую среду техноприродных процессов горнодобывающей промышленности?

Глава 3

ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ

3.1. ВИДЫ И ОБЪЕМЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Отходы горного производства, или **горнопромышленные отходы (ГПО)** – это неиспользуемые в данный момент продукты добычи и переработки минерального сырья, выделяемые из массы добытого полезного ископаемого (горные массы) в процессе разработки месторождения, последующего обогащения и химико– металлургического передела [1,13].

ГПО имеются в угольной, черной и цветной металлургии, горной химии (производство минеральных удобрений), в промышленности стройматериалов, ядерной энергетике.

Классификация отходов горного производства производится по фазовому составу и производственным циклам (табл. 14). Относительный выход отходов зависит от производственного цикла, характера сырья, содержания извлекаемых компонентов в исходном продукте. Как видно из табл. 14, видовой состав отходов горно– металлургического производства довольно разнообразен и включает твердые, жидкие и газообразные продукты.

В данной главе рассматриваются лишь наиболее обширная по объему группа горнопромышленных отходов, представленная по фазовому составу твердыми компонентами и разделенные на три группы:

Таблица 14. Виды отходов в горно– металлургическом цикле

Фазовая характеристика отходов	**Добыча**		**Обогащение**		**Металлургический передел**	
	Открытая	**Подземная**	**Гравитационное, магнитное, электрическое**	**Флотационное**	**Гидрометаллургия**	**Пирометаллургия**
Твердые	Вскрышные породы	Шахтная порода	Хвосты	Хвосты	Осадки	Шлаки
Жидкие (растворы и суспензии)	–	Шахтные воды	Промывочная вода, шламы	Шламы, жидкая фаза пульта	Солевые растворы	Охлаждающая вода
Пылегазовые	Пыли	Метан при добыче угля, вентиляционный воздух	–	–	Отсосы	Газы, пыли

1. **Отходы добычи** – отвалы вскрышных и вмещающих пород с пропластками рудных минералов – 70– 75 %;
2. **Отходы обогащения** – шламо– и хвостохранилища – 20– 24 %;
3. **Отходы металлургического и гидролизного передела** – отвалы металлургических шлаков и шламохранилища – 5– 6 %.

Рисунок 4, 5, 6!!!

Рис.4. Отходы добычи

Рис.5.Отходы обогащения

Рис.6. Отходы металлургического и гидролизного передела

Горнопромышленные отходы всегда сопровождали горнодобывающую и горноперерабатывающую промышленность, однако почти до середины прошлого века они не рассматривались как особая проблема. С ростом добычи полезных ископаемых количество ГПО стало быстро расти, причем значительно быстрее, чем выход продукции, потому что со временем все больше и больше вовлекались в хозяйственный оборот руды с более низким содержанием полезных компонентов, увеличивалась зольность углей, усложнялись условия и глубина разработки месторождений и соответственно увеличивался выход вскрышных и отвальных пород.

К настоящему времени в России накоплено около 100 млрд. т. ГПО, причем ежегодный прирост составляет (млн. т.):

- угольная промышленность – 1960;
- черная металлургия – 630;
- цветная металлургия – 374;
- химическая промышленность и производство минеральных удобрений – 270;
- промышленность строительных материалов – 265.

За год в общей сложности накапливается 3,5 млрд. тонн ГПО.

Только Свердловская область за 300 лет накопила 8,5 млрд. т. ГПО, которые образовали 188 техногенно–минеральных объектов, из них 95 породных отвалов, 31 отвал обогащения, 37 шламохранилищ и шлакоотвалов, 15 золо – и шлакоотвалов, 10 отвалов химпроизводства.

Вопросы, связанные с ГПО, можно рассматривать с разных точек зрения: экономической, экологической, технологической, законодательной, организационно– управленческой, ресурсной, социальной, кадровой.

ГПО представляют значительный интерес с точки зрения их ресурсного потенциала. Так, по некоторым оценкам, в ГПО России содержится меди более 8 млн. т., цинка – 9 млн. т., свинца – 1 млн. т., никеля – 2,5 млн.т., оксида алюминия – 33,5 млн. т., олова – 600 тыс. т., молибдена – 200 тыс. т.,

золота – 1 тыс. т., серебра – 12 тыс. т. Уже более полувека ведется извлечение из старых отвалов золота, урана, редких металлов. Отвалы могут служить дополнительным источником получения меди, угля, алюминия, редких металлов и другого сырья. Разрабатываются комбинированные схемы обогащения шлаков, шламов и других отходов металлургии. Сорбционная и ионообменная технологии позволяют извлекать цветные металлы, соли, галоиды из стоков, пульп, шахтных вод и т.п. Из газовых отходов цветной металлургии традиционно получают серную кислоту.

Переработка отходов горного производства, как правило, связана с потребностями смежных отраслей в сырье. Технологические исследования по утилизации отходов показали возможность комплексной переработки многих полезных ископаемых с полным или частичным переходом на производство различных видов продукции из отходов (табл. 15).

Таблица 15. Возможные направления отходов в смежные отрасли

Отрасли, производящие отходы	**Продукция из отходов для отраслей**						
	Топливо	**Черные металлы и сплавы, их соединения и сплавы**	**Цветные металлы и их соединения**	**Удобрения и продукты основной химии**	**Стройматериалы**	**Сырье для атомной энергетики**	**Другие виды использования**
Угольная промышленность	Уголь из отвалов; метан из шахт; Газификация отвалов	Fe из пирита	Al, Al_2O_3, Al – Si сплавы	Известкователи почв; Серная кислота из пирита	Аглопорит Щебень Кирпич	–	Закладка шахт; дорожное строительство
Теплоэнергетика	Горючая масса из золы; тепло энергоустановок	Fe – Si сплавы из золы	Al – Si сплавы из золы; Ge, Ga, Mo	Серная кислота из отходящих газов; микроудобрения;	Щебень; зологравий; аглопорит; кирпич	U, Th	Дорожное строительство

Черная металлургия	Тепло металлургических печей	Fe из окисленных кварцитов	V, Co, Cu, Ni, Ti, Zr, Zn, Mg, Be, Ta, Nb и др.	Фосфорные удобрения	Щебень; зологравий; цемент; огнеупоры; песок; известь	–	Дорожное строительство; засыпка оврагов; закладка шахт; ирригационное строительство
Цветная металлургия	Автогенное сжигание сульфидов; тепло металлургических печей	Fe из пирита, пиротина, титаномагнетита	Металлы из старых отвалов, шлаков, хвостохранилищ, осадков, стоков	Серная кислота; микроудобрения	То же	U, Tk, Li, Be	Закладка шахт
Производство минеральных удобрений (горная химия)	–	Магнетит; титаномагнетит; перовскит	Редкие земли; Al из нефелина; Ti, Mg	Фосфор из хвостов обогащения; содопродукты из нефтелина; удобрения из отходов обогащения	–	U, Li из рассолов; Th	То же
Производство нерудных стройматериалов	–	Магнетит и Fe при обогащении песков	Ti, редкие земли при переработке песков	Известкователи почв; улучшение структуры почв; адсорбенты влаги и почв	–	–	Закладка шахт и карьеров; дорожное строительство; ирригационное сооружения
Атомная энергетика	Тепло установок	Fe; Mn	Au, Cu, Zn, Pb	Микроудобрения; фосфорные удобрения; серная кислота	–	Доизвлечение U; Th из отходов	Закладка шахт

В 2014 г. правительством Свердловской области разработана **«Стратегия обращения с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года»**. Только на разработку и подбор

технологий по переработке промышленных отходов, включая и ГПО, в 2019 г. выделено 100 млн. рублей.

В период 1997 – 2003 гг. было переработано 58 млн. т. ГПО и получено 18 млрд. руб.

Текущие шлаковые отвалы используются и перерабатываются на ОАО «СУМЗ», Алапаевском и Надеждинском металлургических заводах, Кушвинском заводе прокатных валов и др.

По новой программе до 2030 г. планируется переработать 110 млн. т. отходов с получением 2 млн. т. концентрата черных металлов, 120 тыс. т. медного концентрата, 5 тыс. т. редкоземельных металлов.

Всего в регионе образуется около 849 видов отходов производства и потребления. Самыми крупнотоннажными являются вскрышные и вмещающие породы, а также отходы обогащения полезных ископаемых. По данным Федерального классификационного каталога отходов, в списке крупнейших эмитентов промотходов «Ерваз КГОК», «Ураласбест», «Святогор», «Золото Северного Урала».

Чтобы снизить нагрузку на экологию, промпредприятия должны увеличить объем переработки шламов. К 2030 году заводы должны рекультивировать 65 % выпускаемых отходов. По некоторым оценкам, это потребует от бизнеса вложений не менее 14,7 млрд руб.

На практике выяснилось, что есть две основные проблемы, которые существенно осложняют начало рециклинга накопленных отходов.

Первая проблема – ***отсутствие технологий***, которые позволят вовлечь шламы в повторный оборот.

Вторая проблема комплексной переработки техногенных отходов в регионе **— *отсутствие собственников у ряда площадок.*** Многие компании прекратили существование, поэтому решать вопрос по переработке шламов и финансировать этот процесс предстоит государству. Из 307 объектов размещения промышленных отходов 37 объектов являются бесхозными. На

них размещено около 12,4 тыс. т промотходов (1,4% от общего показателя промышленных отходов).

3.2. ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ В СТРУКТУРЕ МИНЕРАЛЬНО–СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

За последние 30 лет в стране практически не проводились геологоразведочные работы, к тому же налицо нежелание крупных горнорудных компаний инвестировать денежные средства в модернизацию существующих производств и внедрение новейших технологий по обогащению и переработке минерального сырья из бедных руд. Все это привело к резкому сокращению рентабельной части МСБ твердых полезных ископаемых (ТПИ).

Правда, в последнее время ситуация несколько улучшается, однако расширенное годовое воспроизводство погашенных при добыче запасов было достигнуто лишь по ограниченному кругу ТПИ, таких, как золото, металлы платиновой группы, уголь, титан, ванадий, цирконий, стекольное и цементное сырье.

Показателен анализ состояния МСБ «Большой тройки» цветных металлов, таких, как **алюминий, медь и никель**, использование которых в народном хозяйстве является индикатором технологического и экономического уровня развития общества. В настоящее время потребность внутреннего российского рынка в этих металлах полностью удовлетворяется их производством, однако в случае роста промышленного производства до уровня развитых стран неизбежно встанет вопрос о возможности отечественной минерально– сырьевой базы обеспечить этот рост (рис. 7).

Вставить рисунок!!!

Рис. 7. Объемы производства и потребления алюминия, меди и никеля в 2008 г. в России в сравнении с развитыми странами, по данным министерства промышленности и торговли в РФ

Как видно из рисунка, существующий объем производства алюминия в России вполне мог бы удовлетворить потребности внутреннего рынка при условии роста душевого потребления до уровня развитых стран. Однако Россия, занимая второе место в мире по производству первичного алюминия, испытывает дефицит минерального сырья для его производства в объеме 55 %, который удовлетворяется за счет импорта.

Основным производителем меди в РФ (около 61 % общероссийской добычи) является Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель» (далее – Заполярный филиал). Деятельность предприятия ориентирована преимущественно на добычу сплошных и медистых руд Норильского, Октябрьского и Талнахского месторождений, запасов которых при существующих темпах хватит чуть более чем на 15 лет. При переходе на извлечение запасов вкрапленных руд для поддержания нынешнего уровня филиалу придется увеличить мощности добывающих и перерабатывающих предприятий в 5–6 раз, что, безусловно, поставит под сомнение экономическую обоснованность этих запасов.

В России в предкризисный 2008 г. было произведено 881 тыс. т меди. Чтобы обеспечить душевое потребление этого металла на уровне развитых стран, необходимо увеличение его производства как минимум в 5 раз, поэтому даже ввод на полную мощность Удоканского ГОКа с ежегодным производством 460– 515 тыс. т в будущем не сможет обеспечить внутреннее потребление в стране.

Основными производителями никеля в РФ являются производственные подразделения ОАО «ГМК «Норильский никель» – ОАО «Кольская горно–металлургическая компания» (далее – Кольская ГМК) и Заполярный филиал, на долю которых в совокупности приходится около 96 % общероссийской добычи. Однако Кольская ГМК, обеспечивающая 42 % никеля, 6 % меди и 50 % кобальта в общероссийском отраслевом производстве, уже испытывает некоторый дефицит сырья, а в ближайшие 10 лет ее сырьевые запасы, по официальным оценкам, будут исчерпаны. Учитывая состояние запасов Заполярного филиала, следует ожидать, что в недалеком будущем Россия потеряет статус мирового лидера по производству и экспорту никеля, а в условиях роста промышленного производства может превратиться в его импортера.

Не в лучшем состоянии находится рентабельная часть МСБ других полезных ископаемых: свинца, молибдена, марганца, уранового сырья и др.

В то же время страна обладает значительным резервом увеличения МСБ за счет вторичных ресурсов, накопленных, как отмечалось в п. 4.1, в отходах горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Существенные масштабы добычи полезных ископаемых в России и одновременно невысокий уровень их комплексной переработки способствуют постоянному воспроизводству ГПО, в которых суммарные содержания накопленных полезных компонентов равноценны открытию многих новых месторождений.

К настоящему времени в России накоплено около 100 млрд. тонн ГПО, которые при средней толщине слоя 20 м занимают площадь более 1300 км2 . Ежегодно для размещения отходов отчуждается не менее 85– 90 км2 земель, при этом негативное их воздействие на окружающую среду проявляется на территориях в десять раз превышающих площади, занимаемые самими отходами.

Наибольшее количество отходов накоплено на Урале, в Приморском крае, Мурманской, Белгородской, Кемеровской и Тульской областях.

Все техногенные отходы фактически являются минерально– сырьевыми ресурсами, перспективными для освоения, и, видимо, по этой причине в современной геологической литературе их часто обозначают термином **техногенные месторождения**. Однако использование термина техногенные месторождения для всех горнопромышленных отходов является некорректным, так как статус месторождения может быть присвоен только в случае положительной технико– экономической оценки его разработки и после утверждения запасов в ГКЗ РФ. В результате возникает некоторая путаница. Фактически на сегодняшний день мы имеем множество техногенных образований (ТО) и единицы техногенных месторождений (ТМ).

В то же время ценность горнопромышленных отходов как источника минерального сырья десятилетиями формировало и поддерживало императивное мнение, что все объекты их размещения являются техногенными месторождениями. В результате на сегодняшний день данное положение закреплено в законе РФ «О недрах», принятые трактовки которого подразумевают принадлежность техногенных минеральных объектов (ТМО) к недрам.

Однако правомерность повального отнесения ТМО к недрам и уравнивание их с месторождениями коренных недр вызывает большие сомнения, так как при этом не учтены основные факторы, касающиеся

свойств ТМО (инфляция запасов и экологические последствия) и условий их переработки (инфраструктурный фактор).

Отрицательные изменения состава и свойств ценных компонентов в отходах, инфляция их запасов, а также все возрастающее негативное воздействие на окружающую среду происходит в связи с любым объектом размещения ГПО.

Так, например, марка по дробимости щебня из пород вскрыши отвалов Оленегорского железорудного месторождения (амфибол– биотитовые гнейсы, биотит– амфиболовые гнейсы, биотитовые гнейсы) при сроке хранения до 15– 20 лет практически не меняется, оставаясь в пределах от 600– 800 до 800, но при сроке хранения 20– 25 лет резко ухудшается до марок 200– 400 и 400– 600.

Также отмечается ухудшение флотационных качеств и потеря ценных элементов в апатит– содержащих отходах Ковдорского ГОКа и апатит– нефелиновых хвостах обогатительных фабрик ОАО «Апатит», которые происходят в результате естественного биогенного выщелачивания.

Но особенно стремительно и интенсивно процессы гипергенеза протекают в ГПО, образованных в процессе эксплуатации месторождений сульфидных руд цветных металлов, в которых аккумулируется около 30 % полезных минералов от запасов эксплуатируемых месторождений в виде потерь при добыче и обогащении.

Так, например, выведенный на хранение платиноносный пирротиновый концентрат из хвостов Норильской и Талнахской обогатительных фабрик, материал которого под воздействием процессов физического выветривания и гидрохимического окисления постепенно измельчается и покрывается плотным слоем продуктов кислородной коррозии (сульфатными и оксидными соединениями железа и элементной серой), что делает его «упорным» к вскрытию и повышает себестоимость обогащения.

В результате непостоянства химико– минералогического состава, а главное запасов объектов размещения ГПО, которые меняются во времени, возникает необходимость обоснования научных принципов их экономической оценки.

Современной российской геоэкономической школой принято и всячески поддерживается мнение, что все объекты размещения ГПО, в силу ценности содержащегося в них минерального сырья являются, по сути, техногенными месторождениями. В результате, за один из единогласно принятых принципов методологии экономической оценки техногенных объектов принят постулат о неизменности их запасов, по аналогии с месторождениями коренных недр.

Например, в Методическом руководстве по изучению ТМ *потенциальную ценность 1m (м^3) накопленных ГПО* предлагается оценивать по формуле:

$Z\text{пр} = \sum 0.01 C\text{ср}_1 Ц i_1 + \sum Q i_2 \; Ц i_2$, руб.

где $C\text{ср}_1$ *– среднее содержание полезного компонента в накопленных отходах;*

$Ц i_1$ *– рыночная цена единицы i– го полезного компонента;* $Q i_2$ *– выход нерудной товарной продукции из 1m техногенного сырья (m);*

$Ц i_2$ *– рыночная цена тонны продукции из нерудной части.*

А *кадастровую стоимость объекта размещения ГПО* предлагается определять по формуле:

$Д = Z_{\text{пр}} \times Q_n$, тыс. руб.

где Q_n *объем накопленных ГПО,* $Z_{\text{пр}}$ *– потенциальная ценность 1m (м^3) накопленных отходов.*

Березовский П.В. в кадастровых показателях оценки вторичных минеральных ресурсов предлагает *определять потенциальную ценность полезных компонентов, аккумулированных в ГПО*, по формуле:

$Ц_n = (\sum_{i=1}^{n} 0.01 n_i \, Ц_i K_{\text{изв}}) * Q$

где n_i*– содержание i–го полезного компонента на момент формирования объекта размещения ГПО, в процентах;*

Ц$_i$ *– рыночная цена единицы i–го полезного компонента на момент формирования объекта;*

E_i^{nom}*– ежегодный средневзвешенный процент потерь (коэффициент потерь) i–го полезного компонента в математическом эквиваленте (0,01×n%); T – время хранения объекта;*

$K_{\text{изв}}$ *– нормативный коэффициент извлечения i–го компонента в товарную продукцию;*

Q – объем горной массы объекта, который возможно рентабельно перерабатывать при существующем уровне принятой технологии.

Для ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» коэффициентE_i^{nom} в первом приближении определяется следующим образом: 20 % : 40 лет = 0.5% в год, следовательно, E_i^{nom} = 0.01×0.5%=0.005.

Хотя в реальности коэффициент E_i^{nom}представляет собой производную нелинейной функции и может быть более точно определен по данным реперных во времени определений соотношения никеля и кобальта в мелкозернистой фракции.

В настоящее время большое количество публикаций посвящено проблемам определения природной ренты вообще и горной ренты в частности, которая представляется как разность между фактической (расчетной) прибылью горного предприятия, полученной от реализации добытых ресурсов недр, и нормальной (заработанной) прибылью, включающей норму прибыли на вложенный капитал инвестора и обеспечивающей развитие горного производства.

В общем случае *горную ренту (сверхприбыль) предприятия–недропользователя* предлагается рассчитывать по формуле:

$Рг = П_{г.п.} – П_{н.г.}$

где $П_{г.п.}$. *– прибыль горного производства от реализации добытых ресурсов недр, руб.,*

$П_{н.г.}$ *– нормальная прибыль горного производства, руб.*

или:

$Р = В – (НЗ + НП)$

где Р – рента, В – выручка за реализованное минеральное сырье,

НЗ – нормированные затраты, вытекающие из прогрессивной технологии эксплуатации объекта;

НП – нормальная (или нормативная) прибыль (НП = 15– 20%).

Однако при определении рентной ценности объектов размещения ГПО следует понимать, что она является величиной переменной, и всегда стремится к минимальному, или отрицательному значению, в отличие от *месторождений коренных недр***:**

$Р = Ц_{нач} \times (1 – E^{nom} \times Т) – (НЗ + НП) \rightarrow \min$

где Р – рента, которую в общем случае можно трактовать как незаработанный доход;

$Ц_{нач}$ *– потенциальная ценность полезных компонентов в объекте в начальный период хранения;*

E^{nom} *– ежегодный средневзвешенный процент потерь полезного компонента в математическом эквиваленте;*

Т – продолжительность хранения ГПО, в годах;

НЗ – нормированные затраты, вытекающие из прогрессивной технологии эксплуатации объекта;

НП – нормальная (или нормативная) прибыль (НП = 15– 20%).

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что при оценке чистого дисконтированного дохода предприятия по переработке горнопромышленных отходов, ориентированного на долгосрочный период, необходимо учитывать фактор инфляции запасов объекта. Без учета данного показателя все экономические расчеты будут ошибочны.

Из существующего многообразия классификаций ТМО, пожалуй, ни одна не учитывает реалий сложившихся условий их хранения и технико-экономических возможностей переработки. Несомненно, что в данном аспекте **все ГПО можно разделить на две группы**. **Это ГПО действующих горнопромышленных предприятий**, на которых осуществляются мероприятия по обеспечению их сохранности и поддержанию в безопасном состоянии для окружающей природной среды, жизни и здоровья людей. **И «брошенные» ГПО, то есть ГПО, переходящие в муниципальную или федеральную собственность**, по мере отработки месторождений, и закрытия действовавших на их базе рудников и связанных с ними перерабатывающих производств. Естественно, что **последняя группа ГПО из–за отсутствия контроля представляет реальную угрозу экологическому благополучию территориям их размещения.**

Также очевидно, что на базе действующего производства, обеспеченного высококвалифицированными кадрами, производственными мощностями и развитой инфраструктурой, намного легче организовать переработку образующихся отходов. Именно на действующих предприятиях были реализованы успешные, но единичные в масштабах страны, проекты использования ГПО в качестве дополнительных источников рудного минерального сырья. Например – переработка хвостов мокрой магнитной сепарации Ковдорского ГОКа, которая стала возможной после ввода в эксплуатацию апатит–бадделеитовой обогатительной фабрики. Или переработка отвальных шлаков отражательных печей Среднеуральского медеплавильного завода способом прямой флотации, организованная после полной отработки Дегтярского месторождения на высвободившихся мощностях существовавшей обогатительной фабрики.

В совершенно противоположных условиях находятся «брошенные» ГПО, организация разработки которых требует строительства перерабатывающих производств, причем, чаще всего на пустом месте.

К данной группе, в частности, относится ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения». Неразвитая инфраструктура участка ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» приводит к увеличению себестоимости продукции перерабатывающего предприятия в части дополнительных затрат, связанных с доставкой рабочей силы на участок и транспортировкой продукции до обогатительных площадок комбината «Печенганикель» или до Мурманска и далее по железной дороге, при реализации концентрата другим потребителям.

Следует также отметить, что «брошенные» объекты размещения ГПО, в большинстве случаев, не представляют интереса для крупных горнопромышленных предприятий в силу мизерности запасов, но могут стать платформой для развития малого и среднего бизнеса, при условии создания благоприятных условий.

Очевидно, что для решения проблем, связанных с переработкой «брошенных» ГПО, количество которых со временем будет только увеличиваться, необходим дифференцированный нормативно–законодательный подход и создание мотивирующих факторов в виде преференций и государственной поддержки, что в современном российском законодательстве отсутствует.

3.3. НАКОПЛЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

Анализ всего многообразия последствий **горного техногенеза**, вызванных только использованием природных ресурсов, позволяет наметить следующие взаимосвязанные ряды:

- металлогенический, проявляющийся в изъятии из недр полезных компонентов;
- геоморфологический, отхватывающий совокупность рельефообразующих процессов;

- гидрогеологический, отхватывающий все изменения естественного режима подземных вод;
- гидрологический, проявляющийся в изменении режима русловых процессов;
- инженерно–геологический, проявляющийся в изменении инженерно– геологических условий строительства;
- геохимический, выражающийся в изменении геохимического баланса в зоне взаимодействия ПТС с природной средой;
- геофизический, охватывающий изменения свойств геофизических полей;
- биологический, отхватывающий антропогенные ряды сукцессии, интегрирующие совокупность всех изменений в окружающей среде, вплоть до здоровья людей.

Так, только на территории Уральского региона за 300 лет его существования накоплено около 9,0 млрд. т. горнопромышленных отходов, площадь нарушенных и занятых под отвалы земель превышает 2 тыс. км^2. При этом проблема восстановления нарушенных, деградированных и загрязненных земель вырастет сегодня до национального значения. **Особо остро стоит вопрос накопленного экологического вреда (ущерба), нанесенного ОС воздействием горнодобывающей и нефте– и газодобывающей промышленности.**

Анализ промышленного освоения нефтегазовых месторождений северных территорий России показал, что на ранних этапах оно проходило без учета каких–либо экологических ограничений. Даже сегодня, когда уже определены основные экологические критерии освоения новых территорий, продолжается экстенсивное природопользование, не отвечающее требованиями экологической безопасности.

Влияние объектов нефтегазовой промышленности на ОС многостороннее, объектами техногенной нагрузки выступают поверхностные

и подземные водные ресурсы, воздушный бассейн, почвенный слой, литосфера, флора и фауна. Воздействие нефтегазовой промышленности начинает сказываться с первых стадий освоения, геологоразведочных работ, продолжается в период обустройства промыслов и в последующем остается стабильно высоким на протяжении всего периода эксплуатации месторождений нефти и газа.

Основными источниками загрязнения атмосферы выступают очистные сооружения, технологические установки, факельные системы, а также резервуары для хранения нефти, различные легкокипящие токсичные жидкости и нефтепродукты. Текущий годовой выброс нефтяной отрасли более, чем в 2,5 млн. т. загрязняющих веществ; объем попутного газа, который сжигается на факелах – 6 млрд. $м^3$[20].

Так, нагрузка загрязнений атмосферы по территории ХМАО – Югры в среднем составляет 4,5 т/$км^2$, тогда как в основных нефтедобывающих районах, таких как Нижневартовский, Сургутский, Нефтеюганский, она возрастет до 20 т/ $км^2$, а масса загрязняющих веществ – до 1,2 млн. т/год.

Основным источником загрязнений поверхностных вод в процессе добычи и транспортировки нефти являются аварийные разливы и неорганизованный сток с поверхности водосбора. С учетом аварийных ситуаций поступление нефти и нефтепродуктов с проектных значений 0,08 – 1 кг на 1000т возрастает до 7– 10 кг [11]. Считается, что половина основных загрязняющих веществ поступает в водные системы именно при добыче нефти и газа.

Нефте– и газодобыча сопровождается химическим загрязнением и механическим разрушением почв. При этом активизируются экзогенные криогенные процессы. Площади нарушенных земель, полигонов отходов, свалок, находящихся в тесной связи с нефте– и газодобычей, весьма значительны, занимая до 0,3– 0,45 % от общей площади осваиваемых районов [10,11].

Химические загрязнения, как и механические разрушения почв, **наносят непоправимый ущерб биогеоценозу**. Скорость восстановления растительности в тундре очень низка. Так, кустарниковые тундры за 4– 5 лет зарастают лишь на 20– 30 %. Наихудшую восстанавливаемость имеет лишайниковая тундра.

Кроме вышеуказанных факторов, негативно воздействующих на экологию северных территорий, здесь за долгие годы освоения без учета требований экологической безопасности, накопилось огромное количество отходов промышленных предприятий нефтегазового комплекса, а также цветной, золоторудной промышленности. Чаще всего это заброшенные и законсервированные объекты со свалками производства, строительных и бытовых отходов. Согласно региональному кадастру отходов производства и потребления Ямало– Ненецкого автономного округа (ЯНАО) на 01.01.2013 г. на его территории зафиксировано 538 объектов размещения отходов, а также 451 объекта, представленных шламовыми амбарами.

Ареалы загрязненной почвы вокруг источников воздействия охватывают территории с радиусом действия 1–3 км. Отходы бурения содержат соли, химические реагенты и нефтепродукты.

Ликвидация прошлого (накопленного) экологического ущерба (НЭУ), требует сегодня реализации комплекса организационных, технологических, **нормативно–правовых мероприятий**. На сегодня можно лишь констатировать, что такая работа в России только началась. 04.12. 2014 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 2462 – р, утверждающее комплекс мероприятий по ликвидации последствий загрязнений и иного негативного воздействия на ОС в результате экономической и иной деятельности.

В 2014 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 2462– р, в котором утверждено 21 мероприятие, направленные на ликвидацию

накопленного экономического ущерба северных территорий. В их число вошли:

- восстановление загрязненных нефтепродуктами земель в р– не г. Мирного (Архангельская область);
- пилотный проект «Ликвидация прошлого экономического ущерба, связанного с размещением несанкционированных свалок судов вдоль побережья Кольского залива» (Мурманская область);
- первый этап работ по ликвидации НЭУ на территории государственного природного заповедника «Ненецкий» [10].

С 1 января 2017 г. вступили в силу положения Федерального закона от 03.07.2016 г. № 254– ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В частности внесены изменения в ст. 1 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7– ФЗ «Об охране окружающей среды», которая дополнена новыми понятиями, «накопленный вред окружающей среде» и «объекты накопленного вреда окружающей среде»:

- **накопленный вред окружающей среде – вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме;**
- **объекты накопленного вреда окружающей среде – территории и акватории, на которых накопленный вред окружающей среде, объекты капитального строительства и объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде.**

Кроме того, в Федеральном законе « Об охране окружающей среды» введена новая глава XIV.1 «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде», которая определяет порядок инвентаризации, оценки и учета объектов накопленного вреда окружающей среде.

Внесенные изменения позволят в будущем исключить формирование новых очагов накопленного ущерба окружающей среды и сделать одну систему по ликвидации накопленного ущерба для каждого объекта, включенного в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС). ГРОНВОС ведется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Федеральный проект «Чистая страна» предусматривает ликвидацию к 2024 году всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах городов в количестве не менее 191 шт. и наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда в количестве 75 шт. за счет восстановления и рекультивации земельных участков, подверженных негативному воздействию накопленного вреда ОС.

В соответствии с указанным списком, для улучшения экологической обстановки в регионах будут ликвидированы свалки твердых коммунальных отходов, технологические и нефтешламовые амбары, хвостохранилища горно– обогатительных комбинатов, проведена рекультивация нарушенных земель и другие мероприятия.

Объекты накопленного вреда ОС негативно влияют на состояние прилегающих к ним земель, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха. Концентрации вредных веществ в них могут достигать сотен ПДК, и они чрезвычайно опасны для жизни и здоровья людей. По данным Минприроды РФ, объекты накопленного вреда угрожают здоровью и жизни более 17 миллионов человек.

Собственники предприятий с объектами накопленного вреда ОС стараются снять с себя ответственность за экологические последствия своей деятельности, передают проблемные объекты в другие руки или просто «бросают» их. Создается ситуация, в которой компании получают прибыли, а

ликвидировать завалы опасных отходов приходится муниципальным образованиями или государству.

Так, только на ликвидацию нескольких объектов в рамках проекта «Чистая страна», а также на ликвидацию промплощадки ОАО «Усольехимпром», шламонакопителей Байкальского ЦБК и Волгоградского ВОАО «Химпром», объектов накопленного вреда «Средне–Волжского завода химикатов», бурятских Холбольджинского угольного разреза и Джидинского комбината из федерального и местных бюджетов уже выделены или планируется выделить около 26 млрд. рублей.

В 2017 г. в государственную собственность перешел в г. Дзержинске (Нижегородская область) шламонакопитель «Белое море», где хранится около 4 миллионов $м^3$ опасных отходов. Сметная стоимость проекта его ликвидации составила 2,2 млрд. рублей.

Поправки в природоохранное законодательство позволят в будущем добиться:

- исключения возможности отказаться от накопленных отходов, когда предприятия реорганизуется или ликвидируется;
- обеспечения процесса формирования финансовых ресурсов для ликвидации накопленного вреда на этапе проектирования предприятия;
- создания системы экологического страхования и иных финансовых институтов по ликвидации накопленного вреда;
- усиления ответственности физических и юридических лиц за невыполнение требований по ликвидации накопленного вреда;
- повышения гласности в вопросах ликвидации накопленного вреда.

3.4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Огромные объемы накопленных отвальных пород, хвостов обогащения, шлаков уже в настоящее время создают серьезные экономические и экологические проблемы в горнопромышленных районах. Поддержание отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ требует значительных капитальных и материальных затрат. Большие объемы перемещенной горной массы нарушают сложившееся геологическое равновесие, выбросы газа и пыли при добыче полезных ископаемых, пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно воздействуют на сложившиеся экосистемы и здоровье человека. Особенно опасно их воздействие в районах с экстремальными климатическими условиями, где вблизи горнодобывающих предприятий возникают обширные техногенные пустыни [13].

Горнопромышленный комплекс является крупнейшим источником промышленных отходов, и речь идет об экспоненциальном росте загрязнения окружающей среды. Последствия неблагоприятных изменений в природных компонентах, происходящие под воздействием горного и металлургического производств, не могут быть ликвидированы естественным путем, и для восстановления экологического равновесия требуется проведение соответствующих природоохранных мероприятий.

Сульфидсодержащие отходы горно–металлургического комплекса относятся к группе наиболее экологически опасных. При добыче и обогащении руд цветных металлов теряется до 15 % меди, молибдена, свинца, до 25 % цинка и никеля, до 40 % кобальта. Присутствующие в составе отходов сульфиды этих металлов, а также сульфиды железа, содержащие цветные металлы в виде изоморфных примесей, в процессе хранения окисляются, тяжелые металлы переходят в водорастворимые соли.

При этом гипергенные изменения техногенных продуктов протекают значительно быстрее, чем в естественных геологических условиях. Одним из факторов, интенсифицирующих процессы гипергенных изменений, является активация поверхности минералов при их измельчении.

При хранении горнопромышленных отходов принципиально возможна реализация следующих механизмов окисления сульфидов:

1) окисление сульфидов кислородом воздуха без участия воды;
2) окисление через ионные соединения в растворе;
3) адсорбция окислителя на сульфиде, химическое взаимодействие сульфида с окислителем, дальнейшее окисление с участием ионов воды и переход растворимых новообразований в раствор;
4) растворение сульфида в кислых средах с образованием сероводорода и окисление последнего до элементарной серы, тиосульфат– иона, полисульфатов, сульфитов или сульфатов;
5) электрохимическое окисление сульфидов;
6) бактериальное окисление.

Очевидно, что подобное разделение носит несколько условный характер. Роль того или иного механизма окисления сульфидов определяется климатическими, гидрологическими и геохимическими условиями хранения горнопромышленных отходов.

Одним из наиболее значимых факторов, определяющих скорость и последствия окислительных процессов в сульфидсодержащих отходах, является тип минеральных ассоциаций [35]. В. А. Чантурия, В. Н. и Д. В. Макаровыми предложена классификация сульфидсодержащих техногенных отходов по типу возможных минеральных ассоциаций. Проанализированы составы руд 454 месторождений России, Украины, Казахстана, США, Канады, ЮАР, Австралии и др., в том числе 410 сульфидных (98 медных, 95 полиметаллических, 72 месторождения серебра, 69 сульфидных медно–никелевых и никелевых, 29 ртутных, 19 молибденовых и

медномолибденовых, 18 месторождений золота, 8 платины, а также сурьмы и висмута). Как показал статистический анализ, по соотношению сульфидов и нерудных минералов в составе горнопромышленных отходов все *месторождения подразделяются на две группы* [19].

Первую составляют месторождения, в составе руд которых главную роль играют сульфиды железа, а общее содержание сульфидов сопоставимо с суммарным содержанием нерудных минералов (около 10 % от общего числа проанализированных месторождений). Хвосты обогащения таких руд характеризуются высоким содержанием сульфидов. К этой группе относятся колчеданные руды (главным образом медные или полиметаллические). Вследствие высокого содержания сульфидов, независимо от состава нерудной части горнопромышленных отходов, благодаря образующимся в процессе окисления сульфидов железа кислым солям и свободной серной кислоте, поровые растворы будут характеризоваться устойчивой кислой реакцией.

Вторую группу образуют месторождения, в хвостах обогащения руд которых содержания сульфидов составляют доли процента или первые проценты. Величина pH поровых растворов, соотношение в них сульфат– и гидрокарбонат– ионов в этом случае будут зависеть от состава нерудных минералов. Нерудные компоненты в значительной степени определяют интенсивность, последовательность окисления сульфидов и в конечном итоге экологическую опасность отходов.

Несомненно, что сегодня видимый экологический ущерб от выбросов в атмосферу соединений серы выглядит более внушительно, чем ущерб от хранения твердых горнопромышленных отходов (отвалов и хвостов обогащения). Однако в первом случае при переходе на новую технологию ситуация резко улучшается и практически полностью деградированные экосистемы постепенно начинают восстанавливаться (это заметно, например, на территориях, прилегающих к комбинату “Североникель”, ОАО “Кольская

ГМК”). Во втором случае речь идет о сотнях миллионов тонн отходов, которые загрязняют окружающую среду с относительно низкой скоростью, но, во– первых, их отрицательное влияние не может быть устранено оперативно, во– вторых, воздействие осуществляется в течение длительного времени, в том числе и после прекращения работы горнодобывающего предприятия. Так, по данным геохимического контроля на руднике Эллиот–Лейк (Канада), выщелачивание токсичных компонентов из хвостов и загрязнение ими подземных вод без какого– либо снижения интенсивности данных процессов прослеживается в течение 100 – 150 лет. Окисление пирита в шламах, сопровождающееся образованием серной кислоты, усиливающей выщелачивание тяжелых металлов, будет продолжаться в течение более 200 лет. Расчеты, проведенные авторами, показывают, что если с растворами, вытекающими из– под отвалов Гайского ГОКа, выносится ежегодно до 160 т меди и 120 т цинка, то продолжительность такого естественного выщелачивания составит около 2000 лет [13].

3.4.1.ТЕХНОГЕНЕЗ ОТВАЛОВ АЛЛАРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО–НИКЕЛЕВЫХ РУД

Обычно считается, что наибольшую опасность представляют мелкофракционные отходы (шламо– и хвостохранилища, отходы металлургических производств). Однако исследования, проведенные в процессе подготовки к переработке техногенного образования “Отвалы Аллареченского месторождения”, показали, что грубодисперсные сульфидсодержащие отходы горнодобывающих предприятий могут быть не менее опасными.

ТО “Отвалы Аллареченского месторождения” расположено в Печенгском районе Мурманской области и представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно– никелевых руд, разработка которого

велась открытым способом и завершилась в 1971 г. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были никель, медь и кобальт. В процессе эксплуатации месторождения образовались новые формы рельефа — карьер, площадью в верхней части 1000×300 м и глубиной до 75 м, который в настоящее время затоплен, и отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 м, а общий объем пород оценивается в 6.7 млн $м^3$ (более 12 млн т). Также значительно изменился гидрологический режим местности (перенесено русло р. Алла). После завершения эксплуатации карьер, отвалы и нарушенные земли были заброшены (рис. 8).

Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито– гнейсами, амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Состав мелкозернистой фракции определяют раздробленные в процессе взрывных работ вмещающие и вскрышные породы, а также вскрышные четвертичные флювиогляциальные и озерно– ледниковые отложения (рис. 9).

Рисунок 8. Ситуационный план ТО «Отвалы Аллареченского месторождения»

Вставить рисунок!!!

Рисунок 9. Схематический разрез ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения»

Вставить рисунок!!!

Гранулометрический состав отвала весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: – 2000 + 500 мм — 5 – 15 %; – 500 + 300 мм — 15 – 25 %; – 300 + 150 мм — 25 – 35 %; – 150 + 5 мм — 25 – 30 %; – 5 мм — 10 – 15 %.

Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основные рудные минералы обоих типов — пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом.

Доминирующим концентратором никеля в руде является пентландит. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах, %: Ni 35.3, Fe 30.8, Co 0.7, S 33.2, сумма 100.0, формула: $(Ni_{4.65}Fe_{4.26}Co_{0.08})_{8.99}S_{8.00}$; во вкрапленных, % : Ni 34.1, Fe 32.0, Co 0.6, S 33.0, сумма 99.7, формула: $(Ni_{4.50}Fe_{4.44}Co_{0.08})_{8.02}S_{7.98}$

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых

анализов, в массивных рудах, % : Fe 60.1, Ni 0.3, S 39.5, сумма 99.9, формула: $(Fe_{6.98}Ni_{0.03})_{7.01}S_{7.99}$; во вкрапленных, %: Fe 60.6, Ni 0.3, S 38.9, сумма 99.8, формула: $(Fe_{7.06}Ni_{0.04})_{7.10}S_{7.90}$

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $CuFeS_2$, %: Cu 34.6, Fe 30.4, S 35.0, сумма 100.0.

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракции – 150 + 40 мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать 1 м и более.

Атмосферные воздействия, оказываемые на первичные руды в период их длительного нахождения в породном отвале, и связанные с ними гипергенные процессы привели к появлению окисленных руд. В результате окисления значительная часть руды потеряла свои первоначальные качества. Так, если в богатых разновидностях первичных руд содержания полезных компонентов достигают, %: Ni 18, Cu 8, Co 0.3, то в их окисленных аналогах максимальные обнаруженные содержания не превышают, %: Ni 3.3, Cu 2.0, Co 0.05.

Особенно подвержены гипергенезу массивные руды пирротин–пентландитового ряда из– за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально — обломки этих руд покрываются корочкой гидроксидов железа, начинают шелушиться и рассыпаться. Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям отмечено выделение микрокапель серной кислоты, которая, видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен. В результате химических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит (α– $NiSO_4$, $6H_2O$) и подобные ему сульфаты. Обращает

на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав по данным микрозондовых анализов соответствует, %: Fe 21.0, Ni 35.3, Co 0.8, S 42.6, что отвечает формуле : $(Ni_{1.52}Fe_{1.14}Co_{0.04})_{3.00}S_{4.00}$. На гипергенное происхождение этого минерала указывает очень близкий к определенному для пентландита показатель соотношения Ni/Co, что свидетельствует о замещении пентландита виоларитом . Кроме того, виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (α– FeOOH) и обладает многочисленными трещинами, что говорит о дефиците объема в результате выноса железа. Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, образующего хорошо заметные сине– зеленые натеки на вмещающих породах.

С целью определения уровня и ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 г. по заказу ООО «Горнорудная компания Монолит» специалистами ОАО «Кольский геологический информационно – лабораторный центр» проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох и верхний органогенный почвенный горизонт (A_0).

Анализ поверхностных вод выявил загрязненность всех водоемов, расположенных в непосредственной близости к отвалам, никелем (превышение ПДК в 3 – 79 раз). Также во всех водоемах нарушен типичный порядок распределения главных ионов, характерный для вод пресных озер. Особенно загрязнено болото, примыкающее к отвалам с южной стороны , в котором концентрации Ni превышают ПДК в 4736 раз, Cu — в 1.2, Co — в 5.3, Mn — в 5.5, 2– SO_4^{2-} — в 1.8 раз, а содержание Cd — почти критическое. Вода в этом болоте характеризуется кислой реакцией (pH = 3.65).

В феврале 2013 г. были проведены отбор проб и анализ воды затопленного карьера. Задача исследований — определение концентраций

тяжелых металлов в воде, водородного показателя и окислительно–восстановительного потенциала, а также наличия градиента этих показателей по глубине отбора пробы. Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось (превышение ПДК никеля в 35 – 40 раз). При этом, несмотря на то, что нижние горизонты затопленного карьера не являются проточными, концентрации тяжелых металлов не увеличиваются с глубиной отбора проб. Возможно, вследствие восстановительной обстановки в водоеме происходит образование вторичных сульфидных минералов и их осаждение в донных отложениях.

Не менее загрязненными оказались почвы. Так, в верхнем органогенном почвенном горизонте болота, расположенного с южной стороны отвала, выявленные концентрации тяжелых элементов превысили условно– фоновые показатели: Ni в 877, Cu в 227, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла р. Алла. Превышение концентраций поллютантов в этом месте, в сравнении с условно– фоновыми показателями, составило: Ni в 1172, Cu в 123, Co в 233 раза.

Результаты химического анализа образцов мха участка не обнаружили значительного превышения условно– фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала. Мхи и лишайники, концентрируя в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения. Следовательно, загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием стоков с отвалов с высокими концентрациями сульфатов тяжелых металлов, которые мигрируют и затем накапливаются в пониженных участках рельефа. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла р. Алла, в связи с чем возникает угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова р. Тулома.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь (рис. 10,11). При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Таким образом, с позиции синергетики отходы добычи сульфидсодержащих руд являются ярко выраженными самоорганизующимися диссипативными структурами. Период долговременного хранения отвалов характеризуется интенсивными гипергенными процессами, которые в виде системы многочисленных окислительно–восстановительных реакций приводят к заметному ухудшению качества первоначальных руд, их разрушению, переходу полезных компонентов в растворимые формы, которые мигрируют в окружающие территории, превращаясь в поллютанты (рис. 12). При этом сами объекты со временем обесцениваются в результате инфляции запасов.

Так, ущерб от инфляции запасов отвалов Аллареченского месторождения за более чем сорокалетний период его хранения оценивается в 1,2 тонны никеля (1/5 часть его запасов).

При средней цене никеля на Лондонской бирже в 2013 г. – 15 880 доллар/тонна оцененный экономический ущерб за сорокалетний период хранения составляет 600 млн. руб.

Экологический ущерб рассчитан по формуле: $У = У_{уд}^{отх} * K_i^o * V_{отх}$

где $У_{уд}^{отх}$ *– показатель удельного ущерба от размещения 1 тонны отходов (115.6 руб. в ценах 1999 г.);*

K_i^o *– коэффициент класса опасности (2.5);*

$V_{отх}$ *– объем отходов, размещенных в местах организованного захоронения (12 млн. тонн).*

У = 115,6* 2,5*12,0=3,5 млрд. руб.

Вставить рисунок!!!

Рисунок 10. Деградация экосистемы. Полное отсутствие напочвенного покрова (техногенная пустошь)

Вставить рисунок!!!

Рисунок 11. Деградация экосистемы. Прогрессирующая деградация экосистемы. Почти полное отсутствие надпочвенного покрова

Вставить рисунок!!!

Рисунок 12. Стадийность процессов разрушения отвала

Вставить рисунок!!!

Рисунок 13. Схема снижения инвестиционной привлекательности ГПО в координатах цена – время

На рис. 13 показана схема, иллюстрирующая увеличение со временем хранения ГПО экологического ущерба и снижение рыночной стоимости полезных компонентов извлекаемых из них. До точки $T_{\text{р}-\text{о}}$ рыночная стоимость полезных компонентов выше себестоимости переработки отвалов

ГПО, а негативные экологические последствия еще незначитеьны, что значительно повышает инвестиционную привлекательность переработки объектов ГПО. К настоящему времени данное техногенное месторождение не представляет интереса для инвесторов, потому что себестоимость переработки ГПО будет значительно выше рыночной стоимости полученного продукта.

3.4.2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ХВОСТО– И ШЛАМОХРАНИЛИЩ

В. А. Маслобоевым и др. [13] проведено изучение гипергенных процессов сульфидсодержащих хвостов обогащения медно– никелевых руд с оценкой их потенциальной экологической опасности.

Объектами исследований являлись хвостохранилище обогатительной фабрики (ОФ) № 1 комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК» в г. Заполярный Мурманской области, которое эксплуатируется с 1965 г. по настоящее время , и законсервированное хвостохранилище опытной ОФ в п. Африканда Мурманской области, построенной в 1957 г. и в течение ряда лет перерабатывавшей медно– никелевые руды Печенгского рудного поля.

По литологической классификации хвосты обогащения могут быть сопоставлены с алевритами, по инженерно– геологической — с пылеватыми грунтами. Такие грунты в сухом состоянии пылят, в водонасыщенном склонны переходить в плывуны. В отличие от природных разностей, техногенные продукты практически не содержат глинистых минералов и органических коллоидов. Отличия лежалых хвостов от хвостов текущей переработки выражаются в увеличении содержания ультрадисперсных фракций и повышении удельной поверхности частиц, которая намного превышает расчетные значения исходя из гранулометрии. В процессе хранения хвостов наблюдается дальнейшая дифференциация вещества в объеме хвостохранилища за счет поверхностного сноса и суффозионных процессов. При этом меняются и физико– химические свойства поверхности

большинства минералов, даже устойчивых к выветриванию. Эти процессы находят отражение в инженерно– геологическом состоянии массива.

Минералого– литологическая характеристика и гранулометрический анализ показали, что все пробы лежалых хвостов опытной ОФ в п. Африканда можно разделить на группы (рис. 14). Первая группа — ***глиноподобные искусственные грунты, в составе которых преобладают фракции – 0.025 мм.*** Эти грунты сложены в основном тальком и гидрохлоритом, другие минералы играют подчиненную роль. В небольших количествах в таких грунтах присутствуют крайне тонкодисперсные (коллоидные) частицы. В водонасыщенном состоянии эти грунты имеют текучую консистенцию, в воздушно–сухом переходят в камнеподобное состояние, что свидетельствует о высокой роли водно– коллоидных связей между минеральными частицами. Исходя из содержания собственно глинистых частиц, такие грунты могут рассматриваться как искусственные аналоги природных суглинков и супесей.

Вторая группа — ***несвязные искусственные грунты, близкие к пылеватым природным пескам или алевритам.*** Количество частиц – 0.025 мм в них обычно не превышает первых процентов, а частиц – 0.01 мм практически нет. Иногда в одной пробе встречаются как глиноподобные, так и несвязные грунты. Но и в этом случае они пространственно разобщены и представляют собой разные прослойки.

Состав различных групп лежалых хвостов приведен в таблице 16.. Сравнение минеральных составов хвостов текущего производства и лежалых позволило выявить ряд отличий. К отличиям, которые обусловлены гипергенными процессами, следует отнести прежде всего значительное окисление сульфидных минералов и замещение их гидроксидами железа. Сопоставление химического состава первичных минералов и минералов–новообразований позволяет предположить следующую последовательность процессов гипергенеза: так же, как и в отвалах, в хвостах происходит

окисление пирротина с образованием свободной серной кислоты, воздействующей как на сам пирротин, так и ассоциирующий с ним пентландит. В результате этого воздействия на поверхности пентландита образуется виоларит $(\mathrm{Ni},\mathrm{Fe})_3S_4$, что приводит к увеличению пористости и повышает скорость выветривания минерала.

Вставить рисунок!!!

Рисунок 14. Схема хвостохранилища ОФ в п. Африканда. Литологические типы лежалых хвостов. Цифрами обозначены точки отбора проб

Гипергенными процессами можно объяснить высокое содержание в лежалых хвостах хлоритов $(\mathrm{Mg},\mathrm{Fe})_6[Si_4O_{10}]\ (\mathrm{OH})_8$ и гидрохлоритов, наибольшее в глиноподобных (табл. 16). К следствиям гипергенных процессов относится и практически полное исчезновение кальцита $\mathrm{CaC}O_3$, который активно взаимодействует с кислыми сульфатами, образующимися при окислении сульфидов, с образованием гипса $\mathrm{CaS}O_4\cdot 2H_2\mathrm{O}$. Появление гипса в наибольшей степени фиксируется в глиноподобных фракциях. Вероятно, образование этого минерала имеет место и в несвязных грунтах. Однако последние характеризуются высокими значениями коэффициента фильтрации, вследствие чего в условиях промывного режима климатических условий Заполярья гипс полностью из них вымывается.

Таблица 16. Состав хвостов обогащения медно– никелевых руд ОФ в п. Африканда, %

Минералы	**Лежалые хвосты**		
	Глиноподобные	**Несвязные с прослоями глиноподобных**	**Несвязные**
Оливин	0	0.10	0.10
Авгит	1.00	1.75	4.47
Керсутит	0.99	1.69	3.74
Хризотил	1.13	1.50	1.00
Серпофит	5.16	15.25	25.50
Хлорит и гидрохлорит	55.82	34.01	6.08
Антигорит	5.00	7.70	10.40
Тальк	13.81	14.86	3.10
Актинолит	3.00	7.60	24.30
Кальцит	–	–	–
Доломит	–	2.50	6.29
Кварц	1.98	1.00	–
Альбит	2.00	0.99	–
Гипс	2.11	1.00	–
Рудные (сульфиды + магнетит)	8.00	10.05	15.11

Сопоставление содержаний тяжелых металлов в поровых растворах современных и лежалых хвостов обогащения медно– никелевых руд показало значимые различия практически по всем сопоставляемым параметрам. Низкие содержания металлов в поровых растворах хвостов текущего производства (в 5 – 30 раз), возможно, связаны с тем, что процесс окисления отчасти блокируется присутствием остатков флотореагентов. Существенно более низкие концентрации магния и кальция обусловлены различием в кинетике: скорость окисления сульфидов на этом этапе несколько превышает скорость взаимодействия раствора с нерудными минералами и равновесие раствор — твердая фаза не достигается. В мировой

литературе преобладает мнение, что экологическую опасность представляют горнопромышленные отходы, в которых поровые растворы характеризуются кислой реакцией. Полученные результаты показывают, что хотя pH растворов во всех пробах выше 7.8, концентрации тяжелых металлов в них значительно превышают ПДК.

Таким образом, окисление сульфидных минералов начинается уже на стадии складирования и ранних этапах хранения. С увеличением времени хранения происходит накопление в растворах цветных металлов и магния (кальций частично выпадает в осадок в виде гипса). Установлено, что зональность поровых растворов по содержанию растворенных веществ выражена слабо. Непосредственно у поверхности окисление сульфидов протекает интенсивнее, что влечет за собой некоторое повышение концентраций железа, никеля и кобальта. В процессе фильтрации на глубину, даже на первые десятки сантиметров, наблюдается снижение содержаний этих элементов за счет взаимодействия растворов с породообразующими минералами, в первую очередь с кальцитом.

При хранении хвостов меняются не только содержания металлов в хвостах, но и их форма — соотношение сульфидной и кислородсодержащих фаз. Вследствие гипергенных процессов происходит перераспределение соотношений силикатной и сульфидной форм никеля в пользу первой. Если в текущих хвостах содержание силикатного никеля составляет в среднем 10 % от общего, то в лежалых — 40 %. Миграция никеля в виде сульфатов и осаждение его химически активными силикатами приводит к нарушению распределения содержания этого металла в крупных и мелких классах, характерных для хвостов текущей переработки медно– никелевых руд .

Как известно, экологическая опасность хвостов обогащения сульфидных руд заключается в загрязнении окружающей среды за счет фильтрации поровых растворов через тело дамбы и дно хвостохранилища, а также в результате пыления хвостов.

В целом проведенные исследования показали, что несмотря на наличие в составе хвостов обогащения медно– никелевых руд гидросиликатов магния и железа типа серпентинов и гидрохлоритов, присутствие карбонатов и низкое содержание сульфидов, хранилища представляют угрозу окружающей среде. И хотя при наличии химически активных нерудных минералов концентрации тяжелых металлов в поровых растворах существенно снижаются, а величина pH растет, остаточные содержания металлов в водной фазе лежалых хвостов превосходят ПДК для рыбохозяйственных водоемов по никелю в среднем в 486, по меди — в 394, по кобальту — в 102 раза. Эта ситуация сохраняется (и даже ухудшается) длительное время после завершения эксплуатации объекта.

Рекультивация отвалов и хвостохранилищ снижает экологическую нагрузку, но не обеспечивает их полную безопасность. Процесс окисления сульфидов может растягиваться на многие десятки лет, вследствие чего отвальные продукты представляют угрозу окружающей среде и после завершения эксплуатации месторождения и вывода техногенных объектов из эксплуатации [13].

Шламохранилище ОАО «Качканарский горнообогатительный комбинат (ОАО «КГОК»)» является составной частью производственного комплекса комбината, который эксплуатирует Гусевогорское месторождение Качканарской группы месторождений титано– магнетитовых руд. Добыча производится открытым способом тремя карьерами – Главным, Северным и Западным. Технология обогащения руды предусматривает сухую магнитную сепарацию с выделением отвальных хвостов и мокрое магнитное обогащение, которые позволяют из бедных титано–магнетитовых руд получать высококачественный железо– ванадиевый концентрат.

Шламохранилище ОАО «КГОК» состоит из трех отсеков – Выйского, Промежуточного и Рогалевского, разделенных между собой дамбами. Общая площадь шламохранилища составляет около 25 га.

Химический состав жидкой фазы накопленных в хвостохранилище отходов соответствует составу оборотной воды (табл. 17), состоящей из 11 химических элементов и отражающих специфику основных химических процессов обогащения титано–магнетитовых руд Гусевогорского месторождения.

Таблица 17. Химический состав оборотной воды

№	Показатели	Ед. измерения	Значения показателей	ПДК рыб. – хоз.
1	Сульфиты	мг/дм^3	45	100
2	Нитрит – ион	мг/дм^3	1,42	0,08
3	Нитрат – ион	мг/дм^3	79,9	40
4	Аммоний – ион	мг/дм^3	1,5	0,5
5	БПК пол.	мгO_2/дм^3	6,5	3,0
6	Железо общ.	мг/дм^3	0,43	0,1
7	Медь	мг/дм^3	0,004	0,01
8	Ванадий	мг/дм^3	0,0066	0,001
9	Взвешенные вещества	мг/дм^3	10	25+фон
10	Нефтепродукты	мг/дм^3	0,08	0,05
11	Сухой остаток	мг/дм^3	344	1000

Из табл. 17 видно, что оборотные воды шламохранилищ представляют собой потенциальный источник загрязнения поверхностных и подземных вод химическими элементами группы азота на уровне от 2– 3 ПДК до 17 ПДК, высокое содержание БПК пол. – до 2– 3 ПДК, железом – до 4 ПДК и ванадием – до 6 ПДК. Отмечается также некоторые превышение относительно ПДК содержания в оборотной воде нефтепродуктов.

Сравнение концентрации загрязняющих веществ в сети наблюдательных скважин со значениями в фоновой скважине, которые, в свою очередь, сравнивались с ПДК загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного значения показало устойчивое превышение над фоновым содержаний марганца, меди, железа, цинка и ванадия [16].

Кроме химического загрязнений поверхностных и подземных вод шламохранилища вместе с отвалами являются источниками загрязнений воздушного бассейна прилегающих территорий.

В г. Качканаре, который расположен выше самих отвалов ГОКа и построен по розе ветров для снижения возможности попадания загрязняющих веществ, при сильном ветре чувствуется пыль. Что же говорить о пос. Валерьяновск, который находится прямо у подножья шламовых гор.

По информации Всемирной Организации Здравохранения, пылевое атмосферное загрязнение приводит к серьезным изменениям в организме, ведущим к многократному увеличению вероятности раковых заболеваний. Кроме того, при попадании канцерогенных веществ, содержащихся в отходах, в воду происходит образование щелочи, которая даже при слабой концентрации вызывает серьезные химические ожоги.

Опасность от наличий шламохранилищ представляют не только и не столько химические загрязнения окружающей среды, сколько постоянно присутствующая угроза прорыва дамб, ограждающих эти шламохранилища. Так, на том же шламохранилище Качканарского ГОКа 2 ноября 1999 г. произошел прорыв дамбы, в результате чего р. Выя вышла из берегов и затопила близлежащие территории выше городов Лесной, Качканар и Нижнее Туры.

Вода в нижнем, Выйском отсеке остановилась в 1,5 см от насосов, подающих очищенную воду на комбинат. Если бы их затопило, то, в худшем случае,произошла бы катастрофа на Нижнетагильском металлургическом комбинате, который потребляет богатый ванадием окатыш с Качканарского ГОКа.

Шламохранилища, как мины замедленного действия, таят в себе постоянную экологическую угрозу. Они аккумулируют дождевые стоки и всегда есть опасность проникновения ядовитых стоков в окружающую среду.

4 октября 2010 г. в Венгрии, в районе г. Айка на заводе по производству глинозема произошла авария, разрушение плотины, сдерживающей резервуар с ядовитыми красными шламами. Произошла

утечка более 1 млн. $м^3$ токсичного вещества, разлившегося на территории 40 $км^2$и затопившего ближайшие 3 города и мелкие населенные пункты. Красная жижа заливала улицы местами глубиной до 2– х метров. В результате аварии погибли люди, сотни получили различной тяжести травмы и ожоги. В борьбе с утечкой красного шлама приняли участие сотни специалистов химической защиты, военные, полицейские, которые предотвращали попадание ядовитых отходов в воды крупных рек. Евросоюз предупредил об опасности распространения катастрофы на другие страны – в связи с угрозой попадания отходов в воды р.Дуная.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что из себя представляют горнопромышленные отходы? Какие они бывают?
2. Какая промышленность дает больше всех ГПО?
3. Сколько и какие ГПО размещены на территории Свердловской области?
4. Какие возможные направления использования отходов можете назвать?
5. Что такое техногенное месторождение?
6. Что такое инфляция запасов ГПО?
7. Что такое накопленный экологический ущерб?
8. Каковы экологические последствия хранения сульфидсодержащих отходов?
9. Что такое поллютанты?
10. Как образуются хвосты обогащения, и каковы экологические последствия их размещения?

Глава 4

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ(ОВОС)

4.1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ ОВОС

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7– ФЗ (ред. От 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» устанавливает особые экологические требования при проектировании хозяйственной деятельности, в том числе разработке месторождений полезных ископаемых, добыче углеводородного сырья, строительстве, реконструкции городов и других населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов и т.п. В соответствии с этим законом проектировании, строительство, реконструкция объектов должны отвечать требования санитарно–эпидемиологического и природоохранного законодательства РФ.

Общие санитарно–эпидемиологические требования, которые предъявляются, например, при разработке месторождений полезных ископаемых, к планировке и застройке городов и других видов крупномасштабной и экологически небезопасной деятельности установлены Федеральным законом от 30.03.1999 № 52– ФЗ (ред. От 28.11.2015) «О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения».

В соответствии с этим законом планировка и застройка любой территории должна обеспечивать благоприятные условия для жизни и здоровья населения. Для этого необходимо осуществлять комплексное благоустройство, а также предусматривать различные меры по предупреждению и исключению вредного воздействия на людей факторов окружающей среды.

Одним из важных инструментов, служащим для исключения отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, являются **процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).**

ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду – это процесс, основной целью которого является принятие экологически ориентированных управленческих решений о реализации намечаемой хозяйственной и другой деятельности путем определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

В основе проведения ОВОС лежит принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой планируемой хозяйственной или иной деятельности, т.е. потенциальной экологической опасности любой деятельности. При этом оценку необходимо обязательно проводить на всех этапах подготовки документации, которая обосновывает хозяйственную и другую деятельность, до государственной экологической экспертизы документации.

К основным результатам ОВОС относятся:

1) Информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду планируемой деятельности, возможных вариантах ее реализации, оценке экологических и связанных с ними социально– экологических и других последствий этого воздействия и их значимости, возможности уменьшения воздействия;
2) Исследование и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, связанных с планируемой деятельностью.

В соответствии со своими функциями и особенностями **ОВОС является инструментом превентивного характера на любой стадии разработки проекта**. В связи с этим ОВОС – процесс, гарантирующий, что

до принятий решения по реализации какой– либо хозяйственной деятельности будут приняты во внимание все экологические последствия.

Процедура ОВОС позволяет проанализировать возможные воздействия на окружающую среду и документально их оформить. Затем организовать общественные слушания по анализу отчета и учесть все комментарии граждан и представить отчет с окончательным решением. Предусматривается также информирование общественности об окончательном решении.

Главными задачами ОВОС является:

1) Оценка возможных изменений в природных и антропогенных экосистемах;
2) Предложение альтернативных проектов с различными экологическими последствиями;
3) Доведение до сведения администрации о возможных последствиях реализации планируемого проекта;
4) Не допущение ухудшения окружающей среды при реализации возможных альтернативных решений;
5) Информирование общественности о причинах положительного решения на реализацию проекта и возможных экологических последствиях;
6) Обеспечение сотрудничества заинтересованных сторон;
7) Стимулирование дальнейшего участия общественности в процессах принятия решений, связанных с хозяйственной деятельностью.

ОВОС является обязательной процедурой и всегда реализуется на начальной стадии разработки проекта. Координация по разработке ОВОС выполняется компетентными органами.

Насколько должна быть развернутой оценка воздействия определяется стадией принятий решений. При этом различаются также задачи ОВОС. Например, при проведении ОВОС в процессе выбора площадки

строительства, разработки технико– экономических обоснований (ТЭО) и проектов строительства задачами являются:

1) Тщательный анализ всех прогнозируемых достоинств и вреда экологического, экономического и социального характера, вызванных хозяйственной деятельностью;
2) Поиск эффективных проектных решений.

Проектные решения должны: не допускать ухудшения окружающей среды; обеспечивать социально–эколого–экономическую сбалансированность хозяйственного развития; улучшать условия жизни людей; содействовать разработке эффективных мер по снижению уровня вынужденных неблагоприятных воздействий на окружающую среду до приемлемого уровня.

Известно, что хозяйственная деятельность оказывает влияние практически на все земные объекты. Вследствие этого оценка воздействий осуществляется в отношении следующих объектов: флора, фауна, почва, воздух, вода, климат, ландшафт, исторические памятники и другие материальные объекты.

К основным функциям ОВОС относятся:

1. **Выведение, анализ, оценка и учет в проектных решениях:**
   – предполагаемых воздействий планируемой хозяйственной деятельности;
   – изменений в окружающей среде в результате предполагаемых воздействий;
   – последствий для общества и экосистемы вследствие изменений в окружающей среде.
2. **Выявление, анализ и сравнение всех возможных вариантов** (вплоть до отказа от деятельности) на основе социально– эколого– экономических оценок каждой из них.

3. Формализация, заключающаяся в том, что заказчик представляет результаты проведенных процедур ОВОС в процессе разработки проектного замысла на различных стадиях проектирования [21].

Следовательно, **ОВОС – это инструмент для принятий решений**. Результаты ОВОС должны представлять четкую картину исследованных альтернативных вариантов развития, а также их последствий для общества и экосистемы.

4.2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОВОС

ОВОС базируется на следующих принципах.

1. Обязательность. В полном объеме проводить процедуру ОВОС необходимо для следующих видов объектов хозяйственной деятельности. Ниже названы лишь некоторые объекты.

1. Нефтеочистительные заводы.

2. Тепловые электростанции и другие установки для сжигания тепловой мощностью 300 мегаватт или более, а также атомные электростанции и другие сооружения с ядерными реакторами.

3. Установки, предназначенные исключительно для производства или обогащения ядерного топлива, регенерации отработанного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов.

4. Крупные установки для доменного и мартеновского производства и предприятия цветной металлургии.

5. Установки для извлечения асбеста и переработки и преобразования асбеста и асбестосодержащих продуктов: в отношении асбестоцементных продуктов.

6. Химические комбинаты.

7. Строительство автомагистралей, скоростных дорог, трасс для железных дорог дальнего сообщения и аэропортов с длиной основной взлетно–посадочной полосы в 2100 метров или более.

8. Нефте– и газопроводы с трубами большого диаметра.

9.Крупные плотины высотой 15 м и более, водохранилища с площадью поверхности 2 кв. км и более, магистральные каналы, гидромелиоративные системы и системы водоснабжения крупных городов.

10. Горнодобычные работы и другие.

2. Превентивность. ОВОС применяется в качестве инструмента формирования решений на самых ранних этапах проектирования.

3. Вариантность. При оценки воздействий на окружающую среду должны быть рассмотрены альтернативные проектные решений и предложены, при необходимости, новые варианты.

4. Комплексность. Интеграция (рассмотрение во взаимосвязи) технологических, технических, социальных, природоохранных, экономических и других показателей проектных предложений.

5. Гласность. Доступность информации по проектным решениям для общественности на самой ранней стадии рассмотрения проекта.

6. Ответственность. Ответственность заказчика (инициатора) деятельности за последствия реализации проектных решений.

4.3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОВОС

До начала проектирования и проведения ОВОС намечаемой деятельности Заказчиком подготавливается "Уведомление о намерениях", которое содержит информацию о намерениях Заказчика по характеру намечаемой деятельности. Оно представляется в государственные органы власти и управления (по уровням компетенции) с целью получения согласия на дальнейшую подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления. Согласие не означает закрепление за данным Заказчиком возможных площадок или землеотводов.

Всю документацию по ОВОС подготавливается заказчиком намечаемой деятельности через разработчика или специалистами по проведению ОВОС.

Этапы порядка проведения ОВОС:

1. Разработка проекта «Заявления о воздействии на окружающую среду» («проект ЗВОС»).
2. Направление «проекта ЗВОС» в государственные органы власти, управления и контроля.
3. Разработка задания на проектирование, изыскания исследования в соответствии с требованиями, которые после изучения «проекта ЗВОС» предъявляются государственными органами власти, управления и контроля.
4. Разработка ОВОС на основе «проекта ЗВОС» на основе результатов изысканий и исследований.
5. Организация и проведение общественных слушаний ОВОС.
6. Уточнение технико–экономического обоснования или проекта строительства хозяйственного объекта.
7. Заказчик принимает решение о целесообразности выполнения планируемой деятельности на конкретной площадке на соответствующих условиях. При этом учитываются экологические и связанные с ними последствиями реализации намечаемой деятельности.

По результатам проведения ОВОС оформляется отчетная документация. Она является составной частью документов, которые необходимо для Государственной экологической экспертизы.

На первом этапе ОВОС происходит уведомление, предварительная оценка и составляется техническое задание на проведение ОВОС. При этом заказчиком подготавливается и представляется в органы власти обосновывающая документация. Она состоит из общего описания

планируемой деятельности, целей ее реализации, информации, предусмотренной действующими нормативными документами. Кроме того заказчик доводит до общественности основные сведения и предварительно с ней консультируется.

Далее осуществляются исследования по ОВОС и подготавливается предварительный вариант материалов по оценке. Заказчик (исполнитель) выполняет ОВОС в соответствии с требованиями технического задания, учитывая альтернативы реализации, цели деятельности, способы их достижения. *Затем* заказчик готовит предварительный вариант материалов ОВОС.

Исследование ОВОС состоит из следующих мероприятий. Вначале определяются характеристики намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможные альтернативы, анализируется антропогенная нагрузка и т.п. Затем определяются мероприятия, уменьшающие или исключающие отрицательные воздействия, оценки их эффективности и возможности реализации. Далее готовится предварительный вариант материалов ОВОС намечаемой деятельности. При этом также готовится краткое изложение материалов ОВОС для неспециалистов. Исследование ОВОС включает и ряд других вопросов.

Следующий этап заключается в подготовке заключительного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду. Этот вариант базируется на предварительном варианте материалов, в котором учитываются замечания, предложения и информация, поступившие от общественности на этапе обсуждения. Готовый вариант материалов состоит из сведений об учете поступивших замечаний и предложений, а также протоколов общественных слушаний. Заключительный вариант материалов ОВОС утверждает заказчик. Далее он используется в процессе подготовки обосновывающей документации, которая направляется на Государственную и Общественную экологическую экспертизу.

Для намечаемой деятельности Заказчик должен проводить указанные этапы ОВОС на всех стадиях подготовки документации, которая затем представляется на Государственную экологическую экспертизу.

До начала проектирования и проведения ОВОС планируемой деятельности Заказчик готовит «Уведомление о намерениях», содержащее данные о намерениях Заказчика по виду намечаемых работ. Оно направляется в государственные органы власти и управления для получения разрешения на дальнейшую подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления.

4.4. РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ОБСУЖДЕНИЯ ОВОС

Участие общественности в подготовке и обсуждении материалов по ОВОС планируемой деятельности, т.е. деятельности, которая способна оказывать воздействие на окружающую природную среду и которая является объектом экологической экспертизы, осуществляется на принципах участия общественных организаций и учете общественного мнения. Широкое обсуждение общественностью объекта экспертизы, включая ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности, осуществляет Заказчик и органы местного самоуправления в соответствии с требованиями законодательства.

Насколько важны для окончательного принятий ОВОС мнение общественности при реализации проектируемых хозяйственных работ свидетельствует пример с освоением Томинского месторождения медно–порфировых руд, открытого еще в 1957 г. в Сосновском районе Челябинской области.

Месторождение является одним из крупнейших медных месторождений России, входит в топ – 50 крупнейших месторождений мира.

Запасы Томинского месторождения оцениваются в 630 млн. тонн руды, оно может дать 1,5 млн. тонн меди, 31 тонну золота и 71 тонну серебра.

Лицензия на разработку месторождения принадлежит АО «Томинский ГОК», входящему в группу «Русская медная компания».

Объем инвестиций в строительство Томинского горно– обогатительного комбината должен составить 55 млрд. рублей. Проект строительства Томинского ГОКа включен в «Стратегию развития цветной металлургии России на 2014– 2020 годы и на перспективу до 2030 года» приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 05.05.2014 г. № 839. Проект должен быть реализован в течение 15 лет.

Однако проект по строительству Томинского ГОКа вызвал протесты среды челябинцев, связанные с вопросами последствий буро– взрывных работ, загрязнения источников питьевого водоснабжения, атмосферного воздуха и влияния в целом на экосистему города Челябинска, находящегося всего в 8 км от будущего ГОКа. В 2014 появилось общественное протестное движение «Стоп ГОК», которое собрало более 108 тыс. подписей граждан против строительства ГОКа.

Во время общественных обсуждений предварительного и заключительного проектов оценки воздействия деятельности комбината на окружающую среду было принято более 3500 замечаний и предложений, многие из которых потребовали дополнительной проработки и даже новых проектных исследований. Судебные тяжбы и независимые экспертизы уже повлияли на планы Русской медной компании по запуску Томинского ГОКа, который в 2019 г. должен был выйти на производительность в 28 млн. тонн руды в год, однако сроки запуска комбината снова перенесли на конец 2020 года.

Не менее громкая и скандальная история произошла в 2012– 13 годы с проектом освоения месторождений медно– никелевых руд в Новохоперском районе Воронежской области. Лицензию на геологическое изучение,

разведку и добычу медно– никелевых руд Елкинского и Еланских участков федерального значения получило ООО «Медногорский медно– серный комбинат», принадлежащее ОАО «Уральская горно– металлургическая компания» (УГМК). ОВОС освоения месторождения вызвал массовые протесты населения региона, активную дискуссию в Интернете и других СМИ. Отрицательное отношение к ОВОС поддержали российские и международные экологические организации. Не останавливаясь на правовых и экономических аспектах освоения Елкинского и Еланского месторождений остродефицитных медно–никелевых руд, проект которого лоббируется руководством Воронежской области и отдельными учеными– экспертами, рассмотрим лишь экологические последствия возможной разработки руд. Разработчик акцентирует внимание общественности на том, что экологические риски устранит шахтный способ добычи. Однако в любом случае разработка руд приведет к переводу значительных площадей из разряда сельскохозяйственных земель в земли промышленного значения при том, что в непосредственной близости от сооружаемой токсичной промзоны находится Хоперский заповедник, река Хопер, признанной ЮНЕСКО самой чистой рекой в Европе. Поскольку ствол шахты перережет водоносные слои, неизбежно упадет уровень грунтовых вод, а затем и реки Хопра. Возможно, и смешение поверхностной чистой питьевой воды с подземным слоем бром– йодистых вод. Как считают эксперты, проект неизбежно нанесет вред водным ресурсам региона.

Серьезную проблему создадут горнопромышленные отходы в виде токсичных отвалов, содержащих тяжелые металлы– никель, молибден, мышьяк, медь и другие элементы.

Дополнительные экологические опасности несет ГОК, который будет сооружен. При обогащении руды 96 % ее составляет пустая порода. При предполагаемых объемах добычи это даст около 500 тыс. $м^3$ «хвостов

обогащения» в год, а «хвосты» сернистых руд, как и сами сернистые руды, способны к самовозгоранию.

И, наконец, отметим, что нарушение почвенного слоя, кубические километры горнопромышленных отходов, содержащие тяжелые металлы, вредные испарения отвалов и загрязнение вод нанесут непоправимый вред уникальной флоре и фауне региона. Новохоперский заповедник может перестать существовать.

К тому же на территории предполагаемых разработок находятся десятки древних курганов и поселений эпох от бронзы до средневековья. Таким образом, производство нанесет невосполнимый урок историческому наследию страны.

В целом социальные последствия никелевого проекта для региона окажутся сугубо негативными, что естественно вызывает острые противостояния различных социальных групп.

Все эти аргументы против ОВОС дали в конечном итоге однозначный ответ: вопрос о разработке месторождений медно– никелевых руд в Новохоперском районе Воронежской области должен быть снят.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что такое ОВОС?
2. Что является целью проведения ОВОС?
3. Какие задачи решает ОВОС?
4. Назовите основные функции ОВОС?
5. Назовите основные принципы ОВОС?
6. Каков порядок проведения ОВОС?
7. Как понимается гласность при проведении ОВОС?
8. Могут ли быть отклонены проектные решения?
9. Что такое вариантность при рассмотрении ОВОС?
10. Как понимается превентивность при разработке ОВОС?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. **Природные процессы, в том числе и опасные** – землетрясения, вулканические извержения, наводнения, оползни, бури и ураганы, сели и снежные лавины и другие – **развиваются во всех геосферах Земли** – атмосфере, гидросфере, литосфере, включая биосферу, **тогда как техно–природные процессы развиваются только в пределах техносферы.**

Техносфера выступает как материальное слагаемое истории человечества. Значительная часть современной техносферы – это совершенно новое надприродное образование, генетически не связанное с законами биосферы и выходящее далеко за границы биосфера.

2. **Созданная руками человека техносфера стала основным источником опасностей на Земле. Под техносферными опасностями понимается вся совокупность техногенных, антропогенных и природных опасностей, разрушающих техносферу.**

3. **Техногенез – процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека.** В зависимости от рода деятельности человека выделяются сельскохозяйственный, горный, металлургический, градостроительный, лесотехнический, военный и другие виды техногенеза.

4. **В горном техногенезе выделяют** такие группы процессов как геодинамические,гидрологические, гидрогеологические, гидродинамичские,геохимические, горнотехнологические, которые делятся на процессы активной и пассивной стадий : осушение водоносных пород надрудной и водовмещающих толщ, вторичная консолидация рыхлых пород, сдвижение масс горных пород в зоне влияния горных выработок, суффозионно– карстовые процессы, прорывы рудничных вод, окисление

рудной минерализации, пучение глинистых пород, горные удары и подземные пожары.

4. **Горнопромышленные отходы составляют подавляющую часть всех отходов производства** и представляют собой неиспользуемые в данный момент продукты добычи и переработки минерального сырья, выделяемые из массы добытого полезного ископаемого в процессе разработки месторождения, последующего обогащения и химико–металлургического передела. Огромные объемы ГПО в виде отвалов горных пород, хвостов обогащения, шлаков создают серьезные экологические и экономические проблемы в горнопромышленных регионах. Поддержание отвалов и хвостохранилищ требует значительных капитальных и материальных затрат. Большие объемы перемещенной горной массы нарушают сложившиеся геологическое равновесие, выбросы газа и пыли при добыче полезных ископаемых, пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно воздействуют на сложившиеся экосистемы и здоровье человека.

5. **Федеральный закон от 10.01. 2002 № 7– ФЗ «Об охране окружающей среды» устанавливает особые экологические требования** при проектировании хозяйственной деятельности, в частности строительстве заводов, городов, тепловых электростанций, горных предприятий, автомагистралей, нефте– и газопроводов, плотин высотой 15 м и более других объектов. Одним из важных инструментов, служащих для исключения отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, является процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Основными принципами ОВОС являются: обязательность, превентивность, вариантность, комплексность, гласность, ответственность.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ПРИ НАПИСАНИИ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ

- «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. № 68– ФЗ.
- «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7– ФЗ
- «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174– ФЗ (с изменениями на 15.04.1998)
- «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89– ФЗ
- «О недрах» от 21.02.1992 г. № 2395– 1– ФЗ
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. №116– ФЗ

ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СУБЪЕКТОВ РФ

- « Об утверждении требований к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами» от 16.03.2016 г. №197
- «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» от 24.12.2015 г. №274– р
- Постановление Правительства Свердловской области «Стратегия обращения с отходами производства на территории Свердловской области до 2030 года»
- «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 13.09.1996 г. № 1094, от 21.05.2007 г. № 304.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болтыров В. Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. Экологические последствия долговременного хранения техногенных объектов типа «Отвалы Аллареченского месторождения» (Печенгский район Мурманской области)// Известия Уральского государственного горного университета. 2015. № 4 (40). С. 27– 34.
2. Бондарев Л.Г. История природопользования: Учебное пособие/ Л.Г. Бондарев; Моск. гор. Ун– т им. М. В. Ломоносова. Георг. Фак.– М.: Изд– во Моск. ун– та, 1999 – 96 с.
3. Бондарев Л.Г. Техногенез – новый фактор в развитии природы Земли// Земля и Вселенная. 1996. № 1. С. 30– 37.
4. Вернадский В.И.О науке Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль.– Дубна: «Феникс», 1997. – 576.
5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР/М.А.Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 324 с.
6. Елохина С.Н. Техногенез затопленных рудников Урала. – Диссертация на соиск. Ученой степени доктора г. – м.н., Екатеринбург.
7. Емлин Э.Ф. Рациональное природопользование в горнодобывающих районах Урала: учеб. пособие / Э.Ф.Емлин. – Свердловск: 1989. – 93 с.
8. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений / Э.Ф. Емлин . – Свердловск.: Изд– во Урал. ун– та, 1991. – 235 с.
9. Захаров А.В. Техногенез окружающей среды и мониторинг Асбестовского промышленного узла (Средний Урал).– Диссертация на соиск. канд– та г. – м.н. Екатеринбург, 2008.
10. Игнатьева М.Н., Литвинова А. А. Накопленный экологический ущерб: Российский опыт решения проблемы // Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: Труды VI Междунар. науч.– практ. конф. – Екатеринбург: ИЭУрО РАН, УГГУ, 2018. –

11. Логинов В. Г., Балашенко В. В. Срединный арктический регион: ресурсы, социум, экология и экономика. Екатеринбург, ИЭУрО РАН, 2014 – 291 с.
12. Макаров В.Н. Экологические проблемы утилизации горнопромышленных отходов. Ч. 1. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998.
13. Маслобоев В.А., Селезнев С.Г., Макаров Д.В., Светлов А.В. Оценка экологической опасности хранения отходов добычи и переработки медно– никелевых руд//Физико– технические проблемы разработки полезных ископаемых. СО РАН. 2014.– № 3.
14. Методическое руководство по изучению и эколого– экономической оценке техногенных месторождений. – ГКЗ, 1994.
15. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидро– геологических условий. М.: Недра, 1989.– 268 с.
16. Реймерс Н.Ф. Теоремы экологии//Наука и жизнь. 1992. № 10. С. 130– 137.
17. Трофимов В.Т., Королев В.А.,Герасимов А.С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду//Геология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология.– 1996. – № 5. С. 96– 107.
18. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. 1. 2– е изд. – Л.: Геохимиздат, 1934. С. 26.
19. Чантурия В.А., Корюкин Б.М. Анализ техногенного минерального сырья Урала и перспективы его переработки//Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): докл. междунар. конф. Т. 3. – Екатеринбург: Уро РАН, 1998.
20. Чернего Л.С., Бойкова Д.Н. Техногенная трансформация экосистемы Севера в районах нефтедобычи//Разведка и охрана недр. – 2012. – № 7.– с. 30– 32.
21. Чижиков Ю.В.Экологическое сопровождение проектов: учебное пособие для вузов / Ю.В. Чижиков. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 308 с.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

В. Б. Болтыров,
Л. А. Стороженко

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Методические указания
к курсовой работе по дисциплине
«Опасные природные и техноприродные процессы»
для студентов направления бакалавриата
20.03.01 - «Техносферная безопасность»
очного и заочного обучения

Екатеринбург
2020

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
«20» марта 2020 г.
Председатель комиссии
_____ Колчина Н.В.

В. Б. Болтыров,
Л. А. Стороженко

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Методические указания
к курсовой работе по дисциплине
«Опасные природные и техноприродные процессы»
для студентов направления бакалавриата
20.03.01 - «Техносферная безопасность»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2020

УДК 504.4+614
Б79

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях «19» марта 2020 г. (протокол № 7) и рекомендованы к изданию в УГГУ.

Болтыров В. Б., Стороженко Л.А.
Б79 ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ: методические указания к курсовой работе по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» для студентов направления бакалавриата 20.03.01 – «Техносферная безопасность» очного и заочного обучения / В. Б. Болтыров. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 24 с.

В методических указаниях рассмотрены цель и задачи курсовой работы, выбор темы исследования, элементы научного вклада студента и структура курсовой работы.

© Болтыров В. Б.,
Стороженко Л. А., 2020
© Уральский государственный
горный университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... 4
2. ВЫБОР ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... 5
3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ИССЛЕДОВАНИЯ..... 7
4. ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ВКЛАДА..... 8
5. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... 10
6. ТРЕБОВАНИЕ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ ОАБОТЫ..... 12

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 22

Приложение ОБРАЗЕЦ ОБЛОЖКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ … 23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью написания курсовой работы (КР) по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» является привитие студентам навыков написания рефератов и домашних курсовых работ и оформления самостоятельных исследований.

Задачами курсовой работы являются:

- выбор темы исследования;

- составление плана исследования;

-проработка имеющегося материала (литературных источников, анализ научно-исследовательских работ по подобным вопросам);

- проведение патентного поиска (если это требуется);

- разработка методики исследования;

-проведение экспериментальных работ или полевых наблюдений;

-осмысление полученных данных (сопоставление теоретических и экспериментальных результатов, полевых наблюдений);

-рекомендации для внедрения результатов научных исследований в практику.

2. ВЫБОР ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тематика исследования предлагается студентам преподавателем и соответствует профилю изучаемой дисциплины «Опасные природные и техноприродные процессы»:

Тема 1. «Существенные катастрофы» и синергетические катастрофы.

Тема 2. Природные поля как источники ЧС.

Тема 3. Движущие силы природных процессов.

Тема 4. Космогенные опасные процессы.

Тема 5. Землетрясения. Вулканизм.

Тема 6. Современные тектонические движения.

Тема 7. Выветривание. Оползни, обвалы, осыпи.

Тема 8. Карст и суффозия.

Тема 9. Ледники. Наледи. Подтопления.

Тема 10. Сильные ветры и связанные с ними опасности.

Тема 11. Обильные осадки, связанные с атмосферными процессами.

Тема 12. Экстремальные температуры воздуха как источники ЧС. Туманы и связанные с ними опасности.

Тема 13. Ливневые (дождевые) наводнения.

Тема 14. Заторные и зажорные наводнения. Нагонные наводнения. Завальные и прорывные наводнения.

Тема 15. Русловая эрозия и морская абразия.

Тема 16. Сели и снежные лавины.

Тема 17. Природные пожары.

Тема 18. Техногенез асбестовой промышленности.

Тема 19. Техногенез целлюлозно-бумажной промышленности.

Тема 20. Чернобыль – причины и последствия аварии.

Тема 21. Фукусима – причины и последствия аварии.

Тема 22. Техногенная катастрофа в Мексиканском заливе и её последствия.

Тема 23. Экологические последствия военных конфликтов.

Тема 24. Урбанизация и городской смог.

Тема 25. Техногенез угледобывающей промышленности.

Тема 26. Трансгенные продукты и их влияние на человека.

Тема 27. Шламохранилища горных предприятий и их влияние на окружающую среду.

Тема 28. Экология нефти и газопромыслов.

Тема 29. Радоновая опасность.

Тема 30. Сточные воды и загрязнение гидросферы.

Тема 31. Экологически безопасное обращение с отходами производства.

Тема 32. Проблемы обращения с твердыми коммунальными отходами.

Тема 33. Влияние на здоровье людей магнитных полей промышленного происхождения.

Тема 34. Ликвидация накопленного вреда окружающей среде N-го объекта (заброшенные отвалы, полигоны бытовых отходов, нефте- или шламохранилище, нефтебаза, затопленный рудник, шахта и многие др.).

В рамках каждой темы студент может выбрать любую подтему, в наименовании которой должно быть название конкретного природного явления, представляющего собой опасность для людей, объектов экономики или территории.

Любое научное исследование – это процесс изучения явления или предмета с целью выявления его закономерностей, его возникновения, развития, изменения. Этот процесс включает обобщение накопленных до исследователя знаний, опыта и применения соответствующих инструментов, орудий и методов познания. Итог исследования – получение новых знаний и на их базе в результате разработки – практических результатов.

Цели для проведения научных исследований могут быть разные: экономические, социальные, экологические. В случае написания курсовой работы по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы», цель может быть в основном познавательная или экологическая.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для правильной организации разработки темы большое значение имеет составление продуманного плана исследования, который упорядочивает работу, обеспечивает четкость и последовательность в исследовании. Хорошо продуманный и верно составленный план должен предусматривать все этапы исследования и являться средством самоконтроля.

Составление рабочего плана исследования должно базироваться на анализе всего имеющегося материала. Это прежде всего личный опыт, беседы с руководителем, чтение специальной литературы, размышления, изучение литературных источников.

План помогает руководителю контролировать работу в ходе ее выполнения.

4. ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ВКЛАДА

Курсовая работа по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы» носит в основном компилятивный характер, так как студенты III курса, еще не проходившие даже первой производственной практики, не имеют в большинстве своем личного опыта познания опасных природных и техноприродных процессов, реально не сталкивались с их негативными последствиями. И, тем не менее, каждая курсовая работа позволяет не механически переписывать прочитанное, а целеустремленно вести научное исследование. Курсовая работа поэтому должна содержать элементы самостоятельного творческого труда студента.

Если компиляция – это составление сочинений на основе чужих исследований, чужих произведений, то творчество – это деятельность, порождающая нечто качественно новое, отличающееся неповторимостью, оригинальностью, уникальностью. Студент III курса, прослушав курс «Опасные природные и техноприродные процессы», знает, что любой природный процесс – это переход природного вещества из одного качественного состояния в другое, а природное явление – это результат совокупности последовательно развивающихся, генетически родственных природных процессов. Природные процессы и явления крайне разнообразны, при определенных энергетических характеристиках они могут стать источниками природной опасности, развиваясь как опасное природное явление, как стихийное бедствие или природная катастрофа.

Техноприродные процессы представляют собой результат хозяйственной деятельности человека, вооруженного техникой и технологиями, а потому несут реальную опасность и потенциальную возможность разрушительно действовать на окружающую среду, наносить материальный ущерб или вред человеку. Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать его от естественных опасностей, в результате сама стала источником многих опасностей на Земле.

Темы, связанные с опасными техноприродными процессами, в значительной части являются малоисследованными и дают возможность проявить больше самостоятельности, целенаправленного научного поиска. Это объясняется тем, что раньше мало обращалось внимания на экологические последствия хозяйственной деятельности человека, особенно горного техногенеза, связанного с горнодобывающей промышленностью. Поэтому сегодня особо остро стоит вопрос

ликвидации накопленного экологического вреда (ущерба), нанесенного окружающей среде воздействием горнодобывающей, нефте- и газодобывающей промышленности.

Ликвидация накопленного (прошлого) экологического вреда требует сегодня реализации организационных, технологических, нормативно-правовых и других мероприятий. На сегодня можно лишь констатировать, что такая работа только началась. В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» введена новая глава XIV.1 «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде», которая определяет порядок инвентаризации, оценки и учета объектов накопленного вреда окружающей среде (ОС).

Объекты накопленного вреда ОС негативно влияют на состояние прилегающих к ним земель, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха. Концентрации вредных веществ в них могут достигать сотен ПДК, и они чрезвычайно опасны для жизни и здоровья людей. По данным Минприроды РФ, объекты накопленного вреда угрожают здоровью и жизни более 17 млн. человек.

Студентам направления Техносферная безопасность, изучающим опасные природные и особенно техноприродные (техногенез) процессы, предоставляется возможность найти на территории своего проживания, где наверняка есть объекты накопленного вреда ОС, являющиеся источниками опасностей, и взять их в качестве темы КР. Это, безусловно, придаст КР оригинальность, возможность для внедрения собственных предложений в практику ликвидации накопленного вреда ОС.

Изучение природы и механизмов развития стихийных бедствий и техногенеза и представляет собой научную познавательную деятельность, в которой может принять участие каждый студент.

5. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Первой страницей курсовой работы является ее титульный лист, оформленный соответствующим образом (см. приложение).

Объем курсовой работы не должен превышать 50 страниц рукописного текста.

Первая страница текстовой части представляет собой *аннотацию,* или краткую характеристику работы, излагающую ее содержание и дающую иногда ее оценку.

Следующая страница – *оглавление* курсовой работы, в котором перечисляются разделы главы и подглавы с указанием нумерации их страниц.

Во «*Введении*» излагается актуальность темы, предмет исследования, задачи и методика исследования.

Объектом исследования является то или иное природное явление, природный процесс, а предмет исследования – это знания об этих процессах или явлениях, закономерностях их проявления.

Далее следует изложение изучаемого вопроса в виде результатов собственных исследований. Описание природного или техноприродного явления или процесса может сопровождаться разнообразным иллюстрированным материалом, схемами, таблицами. Это самая важная часть курсовой работы, так как в ней студент должен изложить не только заимствованный из различных источников компилятивный материал, но и собственные мысли, собственные наблюдения, собственные выводы.

В *«Заключении»* студент должен раскрыть основные выводы и предложения как теоретического, так и прикладного характера, которые получены в результате курсового исследования.

Список литературы завершает курсовую работу. Он составляется еще до начала непосредственного исследования, а в ходе его пополняется, так как именно изучение литературных источников дает студенту возможность собирать научные факты, сопоставлять и анализировать их, дает пищу для размышления, стимулируя собственные мысли и идеи.

Таким образом, *структура курсовой работы должна иметь следующий вид:*

- титульный лист;
- аннотацию;
- оглавление;
- введение;
- основную часть;

- заключение;
- список литературы.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

6.1. Курсовая работа должна быть грамотно написана, правильно оформлена и сброшюрована в обложке. Она выполняется на одной стороне стандартного листа формата А4 (297х210 мм) в текстовом редакторе Word. Текст КР должен быть отпечатан через 1,5 межстрочных интервала с использованием шрифта «Times New Roman», кегль 14.

Требования к разметке страницы:

- ориентация страницы – книжная;

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;

- абзац: красная строка – 1,25 см;

-перенос – автоматический;

- выравнивание по ширине.

Страницы КР следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляется посередине внизу страницы.

Титульный лист включается в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

6.2. Оглавление оформляется на отдельной странице. Оно включает введение, наименования всех разделов и подразделов основного текста КР, заключение, список использованной литературы.

Основную часть КР следует делить на разделы (главы и подразделы (параграфы).

Каждый раздел КР следует начинать с новой страницы.

Все разделы должны иметь заголовки, которые четко и кратко отражают их содержание. Заголовки разделов, а также слова «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СОДЕРЖАНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ» следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами (можно использовать жирный шрифт), не подчеркивая. Переносы слов и сокращения в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовок от текста отделяется пустой строкой. Если раздел содержит только один подраздел, то номер и название подраздела дополнительно не указываются.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Точка после номера раздела не ставится. Перед названием раздела основной части слово «Глава» не пишется.

Например:

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Подразделы (параграфы) должны иметь заголовки, которые записываются строчными буквами (кроме первой прописной). Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела и в конце названия подраздела точка не ставится.

Например:

1.2 Оценка накопленного экологического вреда территории

Заголовки раздела и подраздела располагаются друг под другом и разделяются одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Заголовки подразделов отделяются от текста сверху и внизу одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Не допускается размещать иллюстрации, таблицы, формулы сразу после заголовка раздела или подраздела.

Части подраздела (пункты) могут иметь тройную нумерацию (например: 1.1.1), дальнейшее деление не допускается. Подразделы (параграфы) начинаются на той же странице, где заканчивается предыдущий подраздел (внутри раздела). Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

6.3. В КР должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической и экономической литературе.

В тексте КР не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования.

В тексте КР, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять без числовых значений математические знаки: например, > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

При необходимости применения сокращений слов, терминов, наименований, условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять при первом упоминании в тексте и включать в перечень сокращений и условных обозначений.

6.4. В тексте КР могут быть приведены перечисления. Каждое перечисление записывают с абзацного отступа. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире.

При необходимости ссылки в тексте КР на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв е, з, й, о, ч, ъ, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. В конце каждой позиции ставится точка с запятой.

Пример:

По длительности воздействия опасности классифицируются на:

а) постоянные;

б) переменные;

в) импульсные.

6.5. В КР следует применять единицы физических величин, их наименования в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к использованию. Применение в одной работе разных систем обозначений физических величин не допускается. Единица физической величины одного и того же параметра в пределах ВР должна быть постоянной. Буквенные обозначения единиц физических величин должны печататься прямым шрифтом. В обозначении единиц физических величин точку как знак сокращения не ставят. Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный минимальному расстоянию

между словами. Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой.

Например: 20° С.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то её указывают только после последнего числового значения.

Например: 1,50; 1,75; 2,00 мм.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Например: от 10 до 100 кг.

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключить их в скобки и обозначение единицы помещать после скобок или после числового значения величины и после её предельного отклонения.

Например: (100 ± 0,1) кг или 50 г ± 1 г.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения.

Например: Н · м или Па · с.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначенных единиц в знаменателе следует заключить в скобки.

Например: м/с или Вт/(м · К).

При указании производной единицы, состоящей из двух или более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, то есть для одних единиц приводить обозначения, а для других – наименование.

Например: 80 км/ч; 80 километров в час (правильно);

80 км/час; 80 км/час (неправильно).

6.6. Правила сокращения слов и словосочетаний устанавливаются государственными стандартами. Один из них – ГОСТ 7.12-93.

К общепринятым сокращениям, не требующим специальных разъяснений, которые можно использовать в КР относятся следующие:

- т. е. – то есть
- и т. д. – и так далее
- и т. п. – и тому подобное

- и др. – и другие
- и пр. – и прочие
- р. или руб. – рубль
- долл. – доллар
- г. – год
- гг. – годы
- в. – век
- вв. – века.

Укажем ещё ряд общепринятых условных сокращений: АО (акционерное общество), т. (том), г. (город), обл. (область), гр. (гражданин), проф. (профессор), доц. (доцент), им. (имени), тыс. (тысяча), млн. (миллион), млрд. (миллиард).

Если в работе используются общепринятые сокращения, их не включают в «Перечень сокращений и условных обозначений».

Не допускается сокращения слов «так называемый», «так как», «например», «формула», «уравнение», «рисунок».

6.7. В КР допускается цитирование литературных источников, то есть дословное приведение выдержек из какого- либо произведения или научного труда для подкрепления мыслей авторитетным высказыванием. Цитируются обычно труды классиков, отдельные выдержки из нормативных материалов, социальной литературы, периодических изданий.

Академический этикет требует воспроизводить цитируемый текст, поскольку малейшее сокращение приводимой выдержки может исказить смысл, который был в нее вложен автором.

К цитированию предъявляются следующие общие требования.

1.Текст цитаты заключается в кавычки и приводится в той грамматической форме, в какой он дан в источнике, с сохранением особенностей авторского написания.

2. Цитирование должно быть полным, без произвольного сокращения цитируемого текста и без искажений мысли автора. Пропуск слов и предложений допускается без искажения цитируемого текста и обозначается многоточием. Оно ставится в любом месте цитаты (в начале, в середине, в конце).

3. Допускается непрямое цитирование, то есть пересказ или изложение мыслей других авторов своими словами. При этом следует быть предельно точным и корректным при оценке излагаемого материала.

4. Цитирование не должно быть избыточным или недостаточным.

5. При цитировании каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов в списке использованных источников.

При оформлении цитат следует знать правила, связанные с написанием прописных и строчных букв, а также с употреблением знаков препинания в цитируемых текстах.

Если цитата полностью воспроизводит предложение цитируемого текста, то она начинается с прописной буквы во всех случаях, кроме одного – когда эта цитата представляет собой часть предложения автора работы.

Если цитата воспроизводит только часть предложения цитируемого текста, то после открывающихся кавычек ставят многоточие.

Изменение падежа слов в цитате допускается в тех случаях, когда цитируются отдельные слова и словосочетания.

Если внутри цитаты есть слова (словосочетания) в свою очередь, заключенные в кавычки, то последние должны быть другого рисунка, чем кавычки, закрывающие и открывающие цитату (внешние кавычки – обычно ёлочки « », внутренние – лапки “ ”).

Использованные в работе статистические материалы в их первоначальном виде, а также цифровые материалы, опубликованные в периодической печати и специальных изданиях, оформляются так же, как и литературные цитаты, то есть они обязательно должны иметь ссылки на первоисточник.

6.8. В тексте КР можно приводить иллюстрированные материалы, подтверждающие те или иные положения автора или иллюстрирующие методику расчетов. К ним относятся формулы, таблицы, графики, схемы, фотографии и рисунки.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

По содержанию таблицы делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, такие таблицы сопровождаются обобщением в качестве нового (выводного) значения, которое вводится в текст словами: «… таблица позволяет сделать вывод, что …», «из таблицы 1.3 видно, что …» и т. п. в неаналитических таблицах

помещаются, как правило, необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации или констатации. В этом случае ссылка на таблицу может быть указана в скобках в конце связанного с ней текста, например: (таблица 1.5).

На все таблицы обязательно должны быть ссылки в тексте!

Таблицы должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылку на них или как можно ближе к ссылке. Допускается размещать таблицы не далее, чем на следующей после ссылки странице.

Таблица от текста отделяется сверху и снизу одним межстрочным интервалом (пустой строкой). Ширина таблицы должна соответствовать ширине расположения текста на странице.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строчку с ее номером через тире, например:

Таблица 1 – Паспорт опасности ЛЭП.

Точка после номера и названия таблицы не ставится. Таблицы должны иметь шапку (название столбцов). Все графы и строки должны быть заполнены.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, таблицу делят на части. При этом в каждой части повторяют шапку (и при необходимости боковик).

Таблицы, имеющие количество строк больше, чем может поместиться на странице, переносятся на другую страницу. При этом шапка повторяется, а над ней слева без абзацного отступа указывается «Продолжение таблицы…» (с указанием её номера).

К иллюстрациям относятся фотографии, рисунки, схемы, диаграммы, графики.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются.

В тексте КР все иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики) именуются рисунками. При необходимости перед названием

рисунка помещают пояснительные данные (подрисуночный текст). Например, если в работе имеется иллюстрация, на которой изображены составные части целого, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей, которые располагают в возрастном порядке и поясняют в подрисуночном тексте.

Слово «рисунок», его номер и название через тире помещают ниже изображения и пояснительных данных, выравнивают по центру.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Например: Рисунок 2.1.

Не допускается нумерация рисунков в пределах подраздела

Например: Рисунок 2.1.1 (неправильно).

6.9. Список использованной литературы содержит названия всех использованных автором источников, на которые есть ссылки в тексте. Список использованных источников является частью работы, помещается сразу после заключения и показывает степень изученности излагаемых вопросов. В список включаются источники, на которые в работе сделаны ссылки. Все источники должны быть пронумерованы арабскими цифрами (сквозная нумерация по всему списку использованных источников).

Библиографические описания книг и статей располагаются в алфавитном порядке фамилий авторов и заглавий книг, статей, докладов, документов (если автор не указан) независимо от порядка их упоминания в тексте работы. Работы одного и того же автора располагаются или в алфавитном порядке их названий, или в хронологии их издания.

Библиографическое описание литературных источников составляют, как правило, на языке текста издания. Общие требования и правила составления библиографического описания приведены в ГОСТ 7.1-2003.

Ниже приводятся примеры библиографического описания различных источников.

Книга одного автора

Лысенко, Д. В. Экономический анализ: учебник для вузов / Д. В. Лысенко. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2015. – 376 с.

Экономический анализ: Учебник для вузов / Под ред. Л. Т. Гиляровской. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 616 с.

Книга двух, трех авторов

Шапкин, А. С. Экономические и финансовые риски: Оценка, управление, портфель инвестиций / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – М.: Дашков и К, 2016. – 544 с.

Крылов, Э. И. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности предприятия: учебное пособие / Э. И. Крылов, В. М. Власов, М. Г. Егорова. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 192 с.

Книга четырех и более авторов

Инвестиционное проектирование: Учебник / К. В. Балдин [и др.]. – М.: Дашков и К, 2014. – 366 с.

Бизнес-анализ деятельности организации / Л. В. Гончарова [и др.]; общ. ред. Л. В. Гончарова. – СПб.: СПбГУ, 2015. – 134 с.

Статья из журнала

Стрыгина, В. В. Менеджер по подбору персонала: критерии качества работы / В. В. Стрыгина // Кадровая служба и управление персоналом предприятия. – 2016. - № 6. – С. 50-56.

Панферова, О. О. Альтернативные подходы к трансфертному ценообразованию / О. О. Панферова // Вести. Моск. ун-та. Сер. 6, Экономика. – 2013. – № 2. – С. 81-88.

Ткаченко, С. М. Как измерить компетенцию. О методе оценки персонала «ассессмент-центр / С. М. Ткаченко, А. В. Жарков, И. Н. Афанасьева // Персонал Микс. – 2014. - № 3. – С. 35-41.

Статья и газеты

Селевко, Г. К. Компетентности и их классификация / Г. К. Селевко // Экономика и жизнь. – 2016. – 27 ноября.

Автореферат диссертации

Лисовская, Р. Н. Совершенствование экономического механизма регулирования развития малых аграрных форм хозяйствования (на материалах Краснодарского края): автореф. дис. канд. экон. наук / Р. Н. Лисовская. – Майкоп, 2016. – 25 с.

Методические указания

Мировая экономика и международные экономические отношения: методические указания / Ф. Н. Шайхутдинова [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 64 с.

Нормативно-правовые акты

Об оценочной деятельности в Российской Федерации: федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1998 .- № 31. – ст. 3813.

О некоторых вопросах Федеральной налоговой полиции: указ Президента РФ от 25 февраля 2000 г. № 433 // Собрание законодательства РФ. – 2000. – № 9. – Ст.1024.

Конституция Российской Федерации: федеральный конституционный закон от 12 декабря 1993 г. // Российская газета. – 1993. – 25 декабря.

Гражданский кодекс РФ. Часть I: федеральный закон от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (с последними изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. - № 31. – Ст.3301.

Гражданский кодекс РФ. Часть I. – М.: Юридическая литература, 1995. – 140 с.

Материалы конференций

Авилова, В. В. Камский инновационный территориально-производственный кластер как точка роста российской экономики / В. В. Авилова, А. Р. Музафарова // Нугаевские чтения. IX Междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников: сборник материалов. – Казань: редакционно-издательский центр «Школа», 2016. – С. 63-65.

Интернет-издания

Ефимов Д. Оценка сотрудников по компетенциям [Электронный ресурс] / Д. Ефимов – Режим доступа: http://www.classs/ru/digest/management79/, свободный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методические рекомендации* в помощь автору вузовской книги / составитель Л. В. Устьянцева; под ред. Козлова В. Ю. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 51 с.

2. Российская Федерация. Законы. О науке и государственной научно-технической политике: Федер. закон № 127-ФЗ: от 23.08.1996 // Сборник законов Российской Федерации. Москва: Эксмо, 2010.1136 с.

Приложение

ОБРАЗЕЦ ОБЛОЖКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Факультет горно-технологический

Кафедра геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

Курсовая работа

по дисциплине «Опасные природные и техноприродные процессы»

Тема:

Выполнил:
студент гр. ___

Проверил:
проф. В. Б. Болтыров

Екатеринбург - 2020

Учебное издание

Владимир Босхаевич Болтыров
Любовь Александровна Стороженко

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Методические указания
к курсовой работе по дисциплине
«Опасные природные процессы»
для студентов направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность»
очного и заочного обучения

Редактор В. В. Баклаева
Компьютерная верстка Г. И. Горбова

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.
Печ. л. 0,5. Уч.-изд. л. 0,38. Тираж 50. Заказ

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории
множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

квалификация выпускника: **бакалавр**

Авторы: Болтыров В.Б., д.г-м.н., профессор; Бобина Т.С., ассистент

Одобрена на заседании кафедры

Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Стороженко Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.03.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Данные методические рекомендации необходимы для студентов бакалавриата по направлению подготовки ***20.03.01 Техносферная безопасность*** при организации самостоятельной работы по дисциплине «Техногенное загрязнение ОС» в рамках подготовки контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

Организация выполнения контрольной работы

Выполнение контрольной работы призвано стимулировать самостоятельную работу студентов по изучению основ экономической теории; оно направлено на формирование знаний порядка нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; способов и средств предотвращения поступления загрязняющих веществ в природную среду; способов и средств восстановления качества основных компонентов природной среды., развитие навыков логического мышления, обобщения и умения делать верные выводы.

Каждый студент получает от преподавателя дисциплины свой вариант контрольной работы. Контрольная работа выполняется либо в ученической тетради, либо на листах формата А4 (сшитых) в той последовательности, которая определена вариантом. Вначале переписывается содержание вопроса, затем дается ответ.

Каждый вариант контрольной работы включает 2 задания:

Задачи, требующие приведения всего хода решения.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Природопользование — это использование полезных для человека свойств окружающей природной среды — экологических, экономических, культурных, оздоровительных. Природопользование осуществляется в различных формах — экономической (ведущая форма), экологической, культурно-оздоровительной. Выделяют общее и специальное природопользование.

Загрязнение среды обитания – привнесение в окружающую среду и возникновение в ней новых вредных химических, физических, биологических, информационных агентов.

Загрязнитель – субъект воздействия (физический агент, химическое вещество или биологический вид) на окружающую среду, количество которого выше естественного уровня.

Тяжесть воздействия загрязняющих веществ определяют три фактора:

1) их химическая природа, то есть насколько они активны и вредны для человека, растений и животных.

2) концентрация – содержание загрязнителя на единицу объема или массы воздуха, воды или почвы.

3) устойчивость-продолжительность существования загрязнителя в воздухе, воде и почве.

Одна из классификаций загрязнений, основанная на системном подходе, сделана Георгием Вадимовичем Стадницким и Алексеем Ивановичем Родионовым (1988). Авторы под загрязнением понимают любые нежелательные для экосистем антропогенные

изменения и делят его на ингредиентное, параметрическое, биоценотическое и стациально-деструкционное.

Ингредиентное загрязнение — совокупность веществ, количественно или качественно чуждых естественным биогеоценозам (бытовые стоки ядохимикаты и удобрения, продукты сгорания).

Параметрическое загрязнение - изменение качественных параметров окружающей природной среды (шумовое, тепловое, световое, радиационное, электромагнитное).

Биоценотическое загрязнение - воздействия, вызывающие нарушение в составе и структуре популяций живых организмов (перепромысел, направленная интродукция и акклиматизация видов).

Стациально-деструкционное загрязнение (от слов стация — место обитания популяции, деструкция — разрушение) — воздействие, приводящее к нарушению и преобразованию ландшафтов и экосистем в процессе природопользования (вырубка лесов, эрозия почв, зарегулирование водотоков, урбанизация).

Качество природной среды – это степень соответствия среды жизни человека его потребностям (такое состояние ее экологической системы, при котором постоянно происходят обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле).

Нормирование качества окружающей природной среды — установление показателей и пределов, в которых допускается изменение этих показателей (для воздуха, воды, почвы).

Норма — это мера воздействия.

Предельно допустимой нормой являются законодательно устанавливаемые допустимые размеры воздействия человека на природу или среду обитания.

Основные экологические нормативы качества окружающей среды следующие:

1. Нормативы качества (санитарно-гигиенические): предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ; предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных физических воздействий: радиации, шума, вибрации, магнитных полей.

2. Нормативы воздействия (производственно-хозяйственные): предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ; предельно допустимый сброс (ПДС) вредных веществ.

3. Комплексные нормативы: предельно допустимая экологическая антропогенная нагрузка на окружающую среду.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мониторинг окружающей среды — система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Различают мониторинг глобальный и региональный, импактный и фоновый.

Глобальный мониторинг — слежение за развитием общемировых процессов (например, состоянием озонового слоя, изменением климата).

Региональный (локальный) мониторинг — слежение за природными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, контроль за состоянием воздуха в городах).

Фоновый (базовый) мониторинг — слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Осуществляется на базе биосферных заповедников.

Импактный мониторинг — слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах.

Мониторинг осуществляется с помощью различных технических средств, в том числе авиационной и космической техники, и с помощью биоиндикаторов, т.е. каких-либо живых организмов по наличию, состоянию и поведению

которых можно судить об изменении в окружающей среды (например, лихеноиндикация).

Биоиндикация (bioindication) – метод определения качества среды обитания организмов по видовому составу и показателям количественного развития видов биоиндикаторов и структуре образуемых ими сообществ.

Биоиндикаторы загрязнения (bioindicators of contamonation):

1) организмы, которые поглощают (накапливают) токсические вещества и способны в силу этого быть показателями загрязненности воды данным веществом;

2) организмы, свидетельствующие о загрязненности воды. По набору таких организмов в водоеме судят о качестве воды.

Мониторинг атмосферного воздуха – слежение за состоянием воздушной оболочки земли и предупреждение о критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей, животных и растений.

Для оценки качества атмосферного воздуха используется суммарный индекс загрязнения атмосферы - ИЗА - по пяти основным загрязняющим веществам, имеющим среднегодовые концентрации выше предельно допустимых концентраций (ПДК): оксид углерода, диоксид азота, сажа, формальдегид, бенз/а/пирен.

Мониторинг водных ресурсов – система непрерывного и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля и учета количественных и качественных характеристик.

Важнейшими характеристиками водной среды являются уровень воды, глубина, скорость водотока, температура, цвет водной поверхности, степень минерализации (солености), биомасса.

Система наблюдений за состоянием и качеством водной среды относится к области гидрометеорологии и осуществляется на постах наблюдения.

Для оценки качества воды используют индекс загрязнения воды (ИЗВ)- характеризуют среднее содержание основных загрязняющих веществ в долях ПДК и кислородный режим водоема. Оставшиеся параметры (три для морских и пять для речных вод) - это концентрации загрязняющих веществ, содержание которых в долях ПДК наибольшее. В соответствии с полученным значением индекса ИЗВ определяется качество воды (табл.1).

Таблица 1. Критерии качества воды на основании индекса ИЗВ

Класс качества	Текстовое описание	Величина ИЗВ
1	Очень чистая	<0,2
2	Чистая	0,2 - 1,0
3	Умеренно загрязненная	1,0 - 2,0
4	Загрязненная	2,0 - 4,0
5	Грязная	4,0 - 6,0
6	Очень грязная	6,0 - 10,0
7	Чрезвычайно грязная	> 10

Под биотестированием (bioassay) обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Для биотестирования используются различные гидробионты - водоросли, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы. Наиболее популярные объекты - ювенальные формы (juvenile forms) планктонных ракообразных-фильтраторов Daphnia magna, Ceriodaphnia affinis. Семидневный тест на суточной молоди цериодафнии

Ceriodaphnia affinis позволяет за более короткий срок (7 сут.), чем на Daphnia magna (21 сут.) дать заключение о хронической токсичности воды.

Жизненная функция или критерий токсичности (toxicity criterion), используемые в биотестировании для характеристики отклика тест-объекта на повреждающее действие среды.

Тест-фукнкции, используемые в качестве показателей биотестирования для различных объектов:

1) для инфузорий, ракообразных, эмбриональных стадий моллюсков, рыб, насекомых - выживаемость (смертность) тест-организмов.

2) для ракообразных, рыб, моллюсков - плодовитость, появление аномальных отклонений в раннем эмбриональном развитии организма, степень синхронности дробления яйцеклеток.

3) для культур одноклеточных водорослей и инфузорий - гибель клеток, изменение (прирост или убыль) численности клеток в культуре, коэффициент деления клеток, средняя скорость роста, суточный прирост культуры.

4) для растений - энергия прорастания семян, длина первичного корня и др.

ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Экологическое право — совокупность норм и правоотношений, регулирующих отношения в сфере взаимодействия общества и природы.

Под экологическими правами человека понимаются признанные и закрепленные в законодательстве права индивида, обеспечивающие удовлетворение разнообразных потребностей человека при взаимодействии с природой.

Любой субъект, вступающий в те или иные правоотношения, обладает определенным статусом, который представляет собой совокупность прав и обязанностей такого субъекта, закрепленных в законодательстве. В ст. 42 Конституции РФ перечислены основные группы экологических прав граждан и иных физических лиц, в том числе их право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Возможности граждан обеспечивать соблюдение и защищать свои экологические права возрастают при объединении усилий путем создания экологических организаций, наделенных более широкими полномочиями, чем отдельные граждане.

Экологические правоотношения - общественные отношения, возникающие в сфере взаимодействия общества и природы и урегулированные нормами экологического права. Основаниями возникновения правоотношений являются юридические факты.

Юридические факты - это конкретные жизненные факты, с которыми нормы права связывают возникновение, изменение или прекращение правовых отношений. По волевому признаку все юридические факты делятся на события и действия.

События - такие юридические факты, наступление которых не зависит от воли субъектов правоотношения (например, стихийные бедствия). События подразделяются на абсолютные (не зависят от воли кого-либо) и относительные (связаны с действиями человека).

Действия - это факты, которые зависят от сознания и воли людей. Причем бездействие - это пассивное действие с точки зрения юриспруденции. Действия подразделяются на правомерные (или позитивные) и неправомерные (или негативные), что есть правонарушения. Надо отметить, что действие - это наиболее распространенное основание возникновения экологических правоотношений.

Содержание правоотношений составляют субъективные юридические права и обязанности.

Субъективное право - это мера дозволенного поведения, обеспечиваемая государством.

Юридическая обязанность - это мера должного поведения, обеспеченная государством.

Содержание прав и обязанностей в конечном итоге зависит от состава участников правоотношения и объекта этого отношения.

Субъектами экологических правоотношений являются:

- государство - в лице компетентного органа;
- юридические лица;
- физические лица, воздействующие на природную среду с целью ее потребления, использования, воспроизводства либо охраны;
- хозяйствующие субъекты - предприятия, учреждения, организации, воздействующие на природную среду, в том числе граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью, а также граждане, осуществляющие общее или специальное природопользование.

По содержанию прав и обязанностей все субъекты экологического правоотношения подразделяются на четыре категории:

1) природопользователи - носители прав и обязанностей по рациональному использованию природных ресурсов и охране природной среды;

2) органы представительной и исполнительной власти, специально уполномоченные органы государства, имеющие право на регулирование использования природных ресурсов и на контроль за охраной природной среды;

3) общественные объединения экологического профиля;

4) органы судебно-прокурорского надзора, осуществляющие надзор за законностью экологических правоотношений.

Объектами экологических правоотношений являются природные объекты и комплексы.

Комплект вариантов контрольной работы 1.

ТЕМЫ № 1-4

ВАРИАНТ 1

Задача №1.

На предприятии произошел аварийный выброс загрязняющих веществ. Граждане, проживающие вблизи предприятия, обратились к его администрации с требованием о возмещении ущерба, причиненного указанным выбросом (загрязнение садовых и огородных культур во время их цветения и резкое снижение урожайности на загрязненных участках). Они предъявили соответствующие справки, свидетельствующие о причинении ущерба, выданные органами местного самоуправления. Руководство предприятия отказалось от возмещения причиненного ущерба, ссылаясь на то, что в соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» предприятие регулярно вносит платежи за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также освоило значительные средства на природоохранные мероприятия (в частности, модернизированы очистные сооружения на источниках загрязнения).

Дайте оценку правомерности требований граждан к администрации предприятия и обоснованности ее ответа.

Задача №2.

К загрязнениям атмосферы относят накопление в воздухе пыли (твердых частиц). Она образуется при сжигании твердого топлива, при переработке минеральных веществ и в ряде других случаев. Атмосфера над сушей загрязнена в 15-20 раз больше, чем над океаном, над небольшим городом в 30-35 раз, а над большим мегаполисом в 60-70 раз больше. Пылевое загрязнение атмосферы несет вредные последствия для здоровья человека.

Почему?

ВАРИАНТ 2

Задача №1.

Местными средствами массовой информации объявлено о предполагаемом строительстве оборонно-промышленного предприятия на территории закрытого административно-территориального образования. Документация по обоснованию места расположения предприятия предоставлена на государственную экологическую экспертизу в Ростехнадзор. Граждане, проживающие в зоне возможного воздействия объекта, сочли целесообразным проведение общественной экологической экспертизы, ссылаясь на Законы «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе» и ст. 42 Конституции РФ. Местная общественная экологическая организация обратилась к администрации административно-территориального образования с требованием о регистрации общественной экологической экспертизы, однако получила отказ в регистрации.

Дайте правовую оценку действиям сторон.

Задача №2.

Количество злокачественных опухолей у коренного населения некоторых арктических районов оказывается заметно выше среднего. Исследователи связывают этот факт с резким увеличением поступления в организм людей на Севере радиоактивных веществ по цепи питания: лишайник – олень – человек.

Как вы это понимаете?

ВАРИАНТ 3

Задача №1.

В результате длительных ливневых дождей навоз из навозохранилища агрофирмы племсовхоза «Делийский» попал на огороды жителей ближайшего села Дмитровское, а также в протекающую рядом с селом речку Полянку. Группа жителей села обратилась к председателю агрофирмы с требованием возместить ущерб, причиненный загрязнением личных огородов и садов, а также моральный ущерб (исключена возможность купания и водопользования в бытовых целях). Председатель агрофирмы отказался удовлетворить требования граждан, мотивируя это тем, что навозохранилище сооружено в соответствии с проектной документацией, а его прорыв является чрезвычайной ситуацией, обусловленной природным явлением (ливневыми дождями).

Дайте правовую оценку действиям граждан и аргументам председателя агрофирмы. Как гражданам следует защищать свои права в подобных случаях?

Задача №2.

Массовый характер приобретает отравление водоплавающих птиц в Европе и Северной Америке свинцовой дробью. Утки проглатывают дробинки, как гастролиты – камушки, способствующие перетиранию пищи в желудке. Всего шесть дробинок среднего

размера могут стать причиной смертельного отравления кряквы. Меньшие порции отрицательно влияют на размножение.

Какие последствия для популяции уток и для человека могут иметь такие явления?

ВАРИАНТ 4

Задача №1.

На городской свалке произошло возгорание твердых бытовых отходов. Загрязняющие вещества, оказавшись в атмосферном воздухе, отрицательно воздействовали на садовые и огородные культуры граждан, в результате чего они практически лишились урожая, т.е. им был причинен материальный ущерб.

Скажите, какой орган обязан возместить ущерб, причиненный гражданам? В какой орган им следует обратиться в защиту своих интересов?

Задача №2.

Существующие проекты сероулавливающих установок позволяют превратить крупные города в источники производства серосодержащих соединений, например, серной кислоты. При утилизации 90% сернистого газа, выбрасываемого ныне в атмосферу, можно получать до 170-180 тонн серной кислоты в сутки во время отопительного сезона в расчете на город с пятисоттысячным населением.

Какой природный принцип учтен в таких проектах? Какое значение для здоровья человека имеет реализация подобных проектов?

ВАРИАНТ 5

Задача №1.

Из-за аварии на энском УПО «Химпром» произошел сброс фенола в реку. В течение недели около 150 тыс. жителей города употребляли отравленную фенолом воду, чем был нанесен вред их здоровью. В интересах города и граждан природоохранный прокурор предъявил иск в суд к УПО «Химпром».

Ответьте, вправе ли суд взыскать с названного УПО штраф в пользу граждан города в счет возмещения вреда, причиненного их здоровью?

Задача №2.

Стоки городов всегда имеют повышенную кислотность. Загрязненные поверхностные стоки могут проникать в подпочвенные воды.

К каким последствиям это может привести, если под городом располагаются меловые отложения и известняки?

Комплект вариантов контрольной работы 2.

ТЕМЫ № 1-4

ВАРИАНТ 1

Задача №1.

Мастер транспортного цеха СМУ «Жилстрой» г. Дубинска Хромов, чтобы избежать ответственности за простой цистерны с эмульсолом, являющимся разновидностью нефтепродуктов, дал указание рабочим слить 16 т эмульсола в овраг, по дну которого течет ручей, впадающий в пруд. В свою очередь, пруд через реку

сообщается с рекой Волгой. Тем самым была загрязнена река Волга. По оценке экспертов, ущерб составил 22 млн руб.

К какому виду ответственности может быть привлечен Хромов? Имеются ли основания для возбуждения уголовного дела?

Задача №2.

В зонах повышенного увлажнения около 20% удобрений и ядохимикатов, вносимых в почву, попадает в водотоки.

Какое значение для здоровья людей имеют такие стоки? Предложите пути защиты здоровья людей в населенных пунктах, использующих воду из данных водотоков.

ВАРИАНТ 2

Задача №1.

Решением городского Комитета по охране окружающей среды заместитель директора завода, отвечающий за экологическую безопасность, был подвергнут штрафу в размере 100 тыс. руб. за превышение заводом стандартов 60 и нормативов качества окружающей природной среды. Арбитражный суд, куда обратился заместитель директора завода, отменил решение Комитета, указав, что подобный состав правонарушения отсутствует в Кодексе об административных правонарушениях.

Ваше мнение.

Задача №2.

Сотни гектаров сельскохозяйственных угодий имеют засоленные почвы (почвы с избытком солей). Соли придают почве щелочность. При высокой щелочности почвы растения плохо растут, резко снижается урожай. Выяснилось, что соли, содержащиеся в почве, можно нейтрализовать разными веществами, например:

а) однопроцентным раствором уже использованной серной кислоты, которую обычно выливают на свалку, нанося природе вред;

б) дефекатором, являющимся отходом в сахарном производстве;

в) железным купоросом – побочным продуктом металлургических комбинатов.

Какой принцип природы учитывается человеком при борьбе с засолением почв? Какое значение для природы имеет такой подход?

ВАРИАНТ 3

Задача №1.

Решением главного санитарного врача города директор завода «Электрокабель», его заместитель, главный механик и главный инженер были подвергнуты штрафу в размере десятикратного ежемесячного оклада каждый за превышение заводом установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ и причинение вреда здоровью граждан. Кроме того, материалы на виновных лиц были направлены в прокуратуру для привлечения виновных к уголовной ответственности по ст. 223 УК.

При каких условиях лица, виновные в совершении административного экологического правонарушения, могут быть привлечены к уголовной ответственности по ст. 223 УК? В чем состоит отграничение экологического преступления по ст. 223 УК от аналогичного состава экологического административного проступка по КоАПР?

Задача №2.

Применение ядохимикатов для борьбы с сорняками и насекомыми-вредителями сельского хозяйства, с одной стороны, дает прирост урожая, с другой – приводит к гибели

ни в чем не повинных животных. К тому же сотни видов вредителей приспособились к ядохимикатам и плодятся, как ни в чем не бывало (клещи, клопы, мухи…).

Почему применение ядохимикатов приводит к гибели животных разных видов? Почему может сформироваться приспособленность насекомых-вредителей к ядохимикатам?

ВАРИАНТ 4

Задача №1.

По многолетним наблюдениям, урожайность сельскохозяйственных культур на земельных угодьях сельскохозяйственных кооперативов и крестьянских хозяйств, расположенных в зоне действия выбросов металлургического комбината, на 25% ниже, чем в других хозяйствах данного района. Опираясь на эти данные, местная администрация вынесла решение об ограничении экологически вредной деятельности завода (закрытии участка литейного цеха). Завод отказался выполнить это решение, пояснив, что выброс вредных веществ в атмосферу им осуществляется в пределах, установленных ему органами охраны окружающей среды.

Какие меры защиты интересов природополъзователей предусмотрены законодательством?

Задача №2.

Оказывается, не все болота одинаковые. Есть верховые болота, расположенные на водоразделах, они питаются только атмосферными осадками. В верховых болотах с толщиной торфа около 5 метров на каждые 100 гектаров площади приходится примерно 4,5 миллиона кубометров воды, причем чистой. Низинные болота, расположенные главным образом в поймах рек, питаются богатыми грунтовыми водами.

Выскажите свое мнение относительно осушения болот.

ВАРИАНТ 5

Задача №1.

Рабочие сортировочной железнодорожной станции, примыкающей к площадке Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината (12 человек), пострадали в результате отравления атмосферного воздуха мышьяковистым и фтористым водородом.

Проверкой установлено: отравление рабочих произошло в тот момент, когда на комбинате имело место грубейшее нарушение технологии переработки мышьяковосодержащих продуктов. Комбинат иска не признал. Он считает, что подобные загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферный воздух и другими предприятиями данного региона.

Какое значение для компенсации вреда здоровью имеет причинная связь между нанесенным вредом и поведением причинителя вреда?

Задача №2.

Каждый человек ежедневно имеет дело с продуктами, которые быстро становятся отходами. Для их удаления в квартирах существует мусоропровод, пластмассовые мешки или обычное помойное ведро, а также – канализация.

В среднем каждый житель выбрасывает в мусоропровод ежедневно от 0,5 до 2 кг только домашних или бытовых отходов. Когда выбрасывается 1 кг отходов, то считается, что выбрасывается еще 25, т.к. в процессе производства использованного человеком продукта уже возникло 25 кг отходов. Таким образом, весь процесс производства, вся наша экономика – это на самом деле гигантская машина по производству отходов.

Определите количество отходов, выбрасываемых городом – в 100 тысяч человек: а) за день; б) за неделю; в) за год.

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

Техногенное загрязнение окружающей среды

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления
20.03.01 Техносферная безопасность

Утверждено Редакционно-издательским советом

Уральского государственного горного университета

в качестве методического пособия

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета УГГУ
«_19_» ___апреля_____ 2019 г.
Председатель комиссии
Колчина Н.В.

В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по организации самостоятельной работы и выполнения заданий созданы Вам в помощь для работы на занятиях и во внеурочное время.

Наличие положительной оценки (отметки о выполнении) каждого вида самостоятельной работы необходимо для получения зачета по дисциплине Техногенное загрязнение окружающей среды и допуска к экзамену, поэтому в случае невыполнения работы по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за самостоятельную работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы возникают вопросы, разрешить которые Вам не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 7
1.1. Актуальность проблемы 7
1.2. Общая характеристика техногенного загрязнения окружающей среды 22
1.3. Источники техногенного загрязнения окружающей среды 27
1.4. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды 44
РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ 54
РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ 64
РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ 77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 95

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Техногенное загрязнение окружающей среды» составлены на основании рабочей учебной программы, которая является частью программы подготовки бакалавров в соответствии ФГОС ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Методические указания содержат конспект лекций и контрольные вопросы для самоконтроля.

Основной целью методических указаний является оказание методической помощи по организации самостоятельной работы обучающихся для расширения, углубления и закрепления знаний и умений обучающихся, а также формирования следующих компетенций:

общепрофессиональных:

– способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК-3);

профессиональных:

в организационно-управленческой деятельности:

– готовностью использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-9).

Трудоемкость, предусмотренная учебным планом и рабочей учебной программой для организации самостоятельной работы обучающихся, составляет 116 часов по очной форме обучения и 166 часов по заочной форме обучения с учетом сложности и объема изучаемого материала. При планировании преподавателем пропорционального распределен объем СРС по отдельным элементам или видам работ, исходя из общего объема часов, выделенных на самостоятельную работу.

Самостоятельная работа обучающихся проводится с целью:

– систематизации и закрепления практического опыта, умений и знаний, общих и профессиональных компетенций, определенных в качестве основополагающих требованиями ФГОС ВО по дисциплинам;

– формирования готовности к поиску, обработке и применению информации для решения профессиональных задач;

– развития познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную и специальную литературу;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Научно-технический прогресс (НТП) – это непрерывный и сложный процесс открытия и использования новых знаний и достижений в жизни человека и общества. В результате НТП происходит развитие и совершенствование всех элементов производительных сил и производственных отношений.

В своем развитии НТП прошел несколько этапов. Первый этап – первая промышленная революция конца XVII – начала XIX века. Он характеризовался переходом к машинному производству.

Второй этап – вторая промышленная революция конца XIX – начала XX века. Развитие производительных сил на машинной основе, изменение энергетической основы производства, развитие науки на базе техники, переход к стадии автоматизации производства, создание новых отраслей промышленности.

Третий этап – третья промышленная революция середины XX века, переросшая в научно-техническую революцию (НТР), положившую начало коренному качественному преобразованию производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор производства, непосредственную производительную среду.

Четвертый этап начал складываться в последние десятилетия XX века, основными чертами которого являются технологии на основе электроники, внедрении новых видов энергии, комплексная автоматизация и роботизация производства, развитие космических и информационных технологий, разработка и использование новых материалов, генная инженерия.

В итоге на нашей планете произошли глобальные изменения в хозяйственной и природных средах, что привело к изменению следующих показателей:

Год	1900	1990	2008
Численность населения, млрд. человек	~1	5	6,6
Валовой мировой продукт, млрд. дол. США	60	20000	62200
Мощность мирового хозяйства, ТВт	1	10	13
Потребление чистой первичной продукции биоты, %	1	40	-
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью на суше, %	20	60	65

Из приведенных данных видно, что в XX веке на фоне демографического взрыва и урбанизации населения существенно выросло потребление продукции биоты, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком земли.

Благодаря НТР и имевшему место социальному и экономическому прогрессу существенно улучшились условия труда и качество жизни людей, в том числе выросли уровень здравоохранения, образования, социальной обеспеченности, культуры. Невиданно выросли масштабы производства промышленности и сельского хозяйства, обеспечение благосостояния людей, особенно в развитых странах.

Вместе с тем НТП, подняв качество человека и общества на его современный уровень, проявил свою оборотную, негативную сторону, выразившуюся в экологическом кризисе цивилизаций.

Понятие «экологический кризис» впервые появилось в 1972 г. на страницах первого доклада Римского клуба – авторитетной международной ассоциации по изучению глобальных проблем современности.

Зарождение экологического кризиса относится к середине XX века, когда рост потребностей человека и его производственной активности привели к тому, что масштабы возможного воздействия человека на природу стали соизмеримы с масштабами глобальных природных процессов. Недаром академик В. И. Вернадский называл человеческую деятельность великой геологической силой, преобразующей природу. Однако эта сила и нарушила «правила игры» во взаимодействии человека и природы, что и привело к экологическому кризису. В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в

результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды.

Правда, на вопрос, насколько опасна современная экологическая ситуация, ученые отвечают по-разному. Одни ученые (Н. Ф. Реймерс, Н. Н. Моисеев, В. А. Зубаков, Б. Коммонер, А. Печчен и др.) считаю, что современная ситуация представляет глобальный экологический кризис, который вскоре может привести к катастрофе. Другие (В. Г. Горняков, К. А. Кондратьев, К. С. Лосев, В. П. Казначеев и др.) считают, что мир уже вступил в глобальную экологическую катастрофу. Третьи (А. Ю. Брикен, С. Б. Лавров, Ю. П. Семиверстов) считают, что на данный момент никакого глобального экологического кризиса нет, но есть лишь локальные экологические кризисы.

Как утверждает В. А. Зубаков, нынешний экологический кризис не первый, а пятый и самый глубокий. Первый кризис был в середине послеледникового периода примерно 50 тыс. лет назад. Это был кризис собирательства и примитивной охоты. Люди вышли из него, овладев технологией загонной охоты и огнем. Второй кризис возник в послеледниковый период около 10 тыс. лет назад, когда исчезла крупная мамонтовая фауна. Выход из этого кризиса был найден путем перехода к скотоводству и земледелию. Третий кризис предшествовал зарождению поливного земледелия. Он был скорее не глобальным, а региональным и закончился распространением бочарного земледелия (земли в зоне орошаемого земледелия, на которых сельхозкультуры выращиваемой без искусственного орошения). Четвертый кризис совпал с массовой вырубкой лесов на дрова и под сельхозугодья. Этот кризис завершился промышленной революцией и переходом к использованию ископаемого топлива.

И, наконец, нынешний кризис начался с середины XX века. Это самый глубокий экологический кризис, имеющий все черты глобального. Для подтверждения достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост «парникового эффекта», появление «дыр» в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т. д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- комплекс литосферных экологических проблем;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирование АЭС и предприятий, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;
- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно-промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складированием оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением ракет с ядерными боеголовками и т. п.;
- эколого-социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико-экологическом и культурно-этническом аспектах.

Анализ перечисленных проблем, показывает, что абсолютное большинство из них носит антропогенный характер, является следствием негативного воздействия на природу человека, вооруженного техникой и научно-техническими знаниями. В табл. 1 показаны изменения окружающей среды в 1970-90-е годы и прогноз на 2030 г.

Таблица 1.

Изменение окружающей среды и ожидаемые тенденции до 2030 г.

Характеристика	**Тенденция 1970-1990 гг.**	**Сценарий 2030 г.**
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0,5-1,0 % в год на суше; к началу 1990 г. их сохранилось около 40 %.	Сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше.
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40 % на суше, 25 % - глобальный.	Рост потребления: 80-85 % на суше, 40-50 % - глобальный.
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых процента до первых процентов ежегодно.	Рост концентрации, ускорение роста CO и CH_4 за счет ускорения разрушения биоты.
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой	Истощение на 1-2 % в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр.	Сохранение тенденции даже при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г.
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180±20 тыс. км^2 (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10.	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9-11 млн. км^2, сокращение площади лесов умеренного пояса.
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км^2 в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь.	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопление поллюстантов в почвах.
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление.	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель на душу населения.
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1-2 мм в год.	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год.
Стихийные бедствия, техногенные аварии	Рост числа на 5-7 %, рост ущерба на 5-10 %, рост числа жертв на 6-12 % в год.	Сохранение и усиление тенденций.
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов.	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы.

Качественное истощение вод на суше	Рост объема сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации.	Сохранение и нарастание тенденций.
Накопление поллютантов в средах и организмах, миграция в трофических цепочках	Рост массы и числа поллютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические бомбы».	Сохранение тенденций и возможное их ускорение.
Ухудшение качества жизни, рост числа заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды (в том числе генетических), появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост числа генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост числа аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса.	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост числа заболеваний, связанных с экологическими нарушениями (в том числе генетических), расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней.

В докладе упоминавшегося выше Римского клуба, озаглавленном «Пределы роста», авторский коллектив под руководством американского кибернетика Д.Медоуза построил прогностическую модель мира, используя в качестве переменных факторов рост населения, капиталовложения, занятое человеком земное пространство (степень нарушенности экосистем), степень использования природных ресурсов, загрязнение биосферы. Выводы доклада сводились к следующему: при сохранении темпов роста и тенденции развития экономики человечество придет к катастрофе и погибнет в 2100 г. К этому времени большая часть населения вымрет от голода и истощения. Природных ресурсов не хватит на производство необходимых материальных благ; из-за загрязнений окружающая среда станет непригодной для обитания в ней человека.

Действительно, в последние десятилетия XX и начале XXI вв. мировая экономика, балансируя на грани самого глубокого и затяжного спада за всю

историю, переживает непростые времена. Ее буквально сотрясают энергетический, сырьевой и продовольственный кризисы, грандиозные социально-политические перемены планетарного масштаба. В этих условиях сохранение природы и рациональное природопользование стали одними из наиболее важных проблем, затрагивающих жизненные интересы всех народов. Они отражаются на многих сторонах современных международных политических и экономических отношений.

Природа в широком смысле слова – сложная саморегулирующаяся система земных предметов и явлений. Для человека природа – среда жизни и единственный источник существования. Как биологический вид он нуждается в определенных температуре, давления, составе атмосферного воздуха, природной воде с примесью солей, растениях и животных.

Человек пользуется природными ресурсами с моментами своего появления. Поскольку в течение долгих тысячелетий это потребление было незначительным и ущерб, наносимый природе, незаметным, в обществе укоренилось представление о неисчерпаемости ее богатств – ведь своей жизнедеятельностью человек влияет на окружающую среду не больше, чем другие живые организмы. Однако их влияние несравнимо с тем огромным воздействием, которое оказывает его трудовая деятельность, дающая ему возможность удовлетворять свои нужды на уровне гораздо более высоком, чем другие биологические виды.

Сегодня человечество достигло во всех областях науки и техники больших успехов, чем за всю историю своего развития. Это создало реальную возможность вовлекать в производство со все уменьшающимися затратами огромную массу природных ресурсов. Естественно, что в условиях роста населения громадный объем их использования без достаточно широкого воспроизводства приводит к их истощению. Речь идет в первую очередь о богатствах недр, которые извлекаются во много раз быстрее, чем идет естественное их накопление. Оказались загрязненными промышленными и бытовыми отходами атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды,

почвы. Вредные вещества накапливаются в растениях, организмах животных и вместе с пищей попадают в организм человека, создавая опасность для его здоровья.

Неумеренное, хищническое изъятие ресурсов оборачивается катастрофическим обеднением запасов недр и органического мира, вызывает нарушение структуры почвенного покрова, ухудшение состояния воздуха и воды. Сейчас эти явления стали типичными для многих стран, приобрели глобальный характер. В результате разрушается иллюзорное представление о бесконечности природных богатств. На смену ему приходит понимание, что необходимо расходовать их более бережно, что природе нужна охрана.

Актуальность перечисленных выше экологических проблем сделала их предметом обсуждения на самых высоких уровнях общества. На Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992) был декларирован принцип «sustainable development», который можно трактовать как «самоподдерживающееся развитие». Этот термин получил в настоящее время не только биологический, но и экономический смысл и используется как понятие «устойчивое развитие».

Главная проблема устойчивого развития общества – излишне высокий уровень потребления в промышленно развитых странах. Промышленная революция вовлекла весь мир в систему производства, нарушившую окружающую среду в глобальном масштабе. «Война против природы – самая фатальная война из всех в истории человечества, которая принесет жертв больше, чем за 2,5 миллиона предыдущих лет».

Опасность современного экологического кризиса состоит в том, что он ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни. Устойчивое развитие требует расширенного воспроизводства возобновляемых природных ресурсов для сохранения равенства условий и использования минерального сырья для ныне живущих и

будущих поколений. Преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих разрушение и деградацию окружающей среды.

В целом современная экологическая обстановка такова, что перед всеми, кто осуществляет научно-технический прогресс и использует его достижения, встало неотложное объективное требование: строго учитывать ранимость природы, не допускать превышения пределов возможности восстановления природных процессов, всесторонне и глубже изучать и знать сложные, диалектически взаимосвязанные природные явления, не обострять негативные противоречия с естественными закономерностями, чтобы не вызвать необратимых процессов в окружающей среде.

Во избежание всевозможных конфликтов, противоречий с природой необходимо осуществлять научно обоснованные прогнозы, которые бы дали возможность предвидеть и предсказывать характер последствий наших взаимоотношений с природой.

Могущество цивилизации, прежде всего, научно-технического прогресса, может быть использовано не только во благо, но и во вред, может служить источником смертельной опасности для всего живого на Земле. Печальными примерами могут служить взрывы атомных бомб в Нагасаки и Хиросиме, аварии на Чернобыльской и других атомных станциях, что, к сожалению, является не единственным проявлением мощности и современной цивилизации, способной поставить человечество и природу на грань катастрофы. Наибольшую опасность вызывают изменения, происходящие в атмосфере. По прогнозам они способны оказать влияние на климат планеты и на окружающую среду. Изменения, например, газового состава атмосферы может отрицательно подействовать на все живые организмы. И может случиться так, что, прежде всего человек окажется, не приспособлен к новому газовому составу атмосферы.

Одним из отрицательных последствий НТР является загрязнение биосферы. Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды,

которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия – тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. Генетическая активность поллютантов приводит к нарушению наследственных структур живых организмов и генетической структуры популяции. В связи с этим одной из центральных проблем биологии и медицины является оценка и регулирование уровней генетической опасности антропогенного загрязнения среды.

В 60-80 годах уходящего столетия наиболее масштабным и опасным экологическим «бичом» природной среды были пестициды. В 90-х годах и, особенно, в начале следующего столетия приоритетными загрязнителями становятся тяжелые металлы. На территории бывшего СССР расположено несколько антропогенных зон радиационного загрязнения. Наиболее крупные из них находятся вокруг ядерных полигонов Семипалатинска и Новой Земли, а также на территории Восточно-Уральского и Чернобыльского радиоактивных следов. Авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) создала экологическую ситуацию, имеющую ряд особенностей:

1. большую площадь загрязнения с различными, в некоторых регионах – довольно высоким уровнем радиации;

2. длительность загрязнения, обусловленную большими величинами периодов полураспада 137Cs, 90Cr (около 30 лет) и плутония (более 10 тыс. лет);

3. разнообразие радионуклидов, в результате которого происходит одновременное взаимодействие у-, (3- и ос-излучений);

4. наличие на территории радиоактивного следа различных антропогенных химических загрязнений, обусловливающих сложную картину отклика биоты на совместное воздействие химических и физических факторов.

Создание современных средств связи и новых промышленных технологий, связанных с использованием мощных электромагнитных полей (ЭМП),

использование различных электрических приборов и установок в медицинской практике, быту и производстве обусловило значительное усиление воздействий ЭМП низкочастотного (НЧ), высокочастотного (ВЧ), сверхвысокочастотного (СВЧ) и крайне высокочастотного (КВЧ) диапазонов на живые организмы, в том числе и человека.

Высказаны предположения о том, что регистрируемый в последние годы рост числа онкологических заболеваний может зависеть (помимо прочих причин) и от антропогенного повышения электромагнитного загрязнения биосферы. Проведение дальнейших фундаментальных исследований биологических эффектов электромагнитных полей чрезвычайно актуально, т. к. имеет большое значение для понимания их роли в эволюционном развитии организмов и прежде всего человека.

Тяжелые металлы, ионизирующая радиация и ЭМП редко оказываются единственными фактором внешней среды, воздействующим на живые организмы. В сочетании с множеством других факторов, воздействующих на живые организмы, они обеспечивают генетические эффекты, которые могут сильно отличаться от простой суммы эффектов этих факторов при их изолированном воздействии. Именно поэтому необходим анализ сочетанного действия различных химических и физических факторов техногенного загрязнения окружающей среды.

В беднейших регионах мира примерно каждый пятый ребенок не доживает до пяти лет. Основной причиной их смерти являются заболевания, связанные с состоянием окружающей среды. От них ежегодно по всему миру умирают 11 млн. детей, что равно населению Норвегии и Швейцарии вместе взятых.

Каждый год в мире умирает 49 млн. человек. По данным ВОЗ примерно 75 % из этого числа – преждевременные смерти, связанные с плохим состоянием окружающей среды.

Россия занимает особое место в глобальных экологических процессах и является основной стабилизирующей силой в охране и восстановлении окружающей природной среды на планете. 60 % российских земель, еще не

тронутых хозяйственной деятельностью (Арктика, Восточная Сибирь, севре Дальнего Востока и высокогорные страны), представляют чрезвычайную ценность не только для нашей страны, но и для всего человечества. Животный и растительный мир этих территорий является одним из особо значимых оставшихся на Земле природных ресурсов, поддерживающих существование развитых стран Европы, Азии и Америки. Неосвоенные территории России с ее природными богатствами – сдерживающий фактор глобального экологического кризиса. Потеря, истощение этих ресурсов означает для России неуклонное возрастание угрозы ее национальным интересам и безопасности граждан. Другие 40 % российских земель (центр и юг европейской части Российской Федерации, Средний и Южный Урал, Западная Сибирь, Поволжье), на которых проживает более 60 % населения страны, фактически являют собой картину экологического бедствия. От хронических заболеваний, вызванных тяжелой экологической обстановкой, ежегодно умирают от 300 до 350 тыс. человек.

Более чем в 40 регионах РФ загрязнение воды и воздуха достигает угрожающих размеров. Объем сточных вод в России составляет около 70 куб. км в год, а объем очищаемых вод из-за несостоятельности действующих очистительных сооружений – менее 3 куб. км. В подавляющем числе створов рек загрязненность вод квалифицируется как «загрязненная» и «грязная», а рр. Оке, Каме, Томи, Иртыше, Тоболе, Миассе, Исети, Туре, Урале как «очень грязная». Даже вода Невы загрязнена нефтепродуктами в 3-5 раз выше нормы, а в некоторых местах и в 10 раз.

Ежегодно в атмосферу поступает около 20 млн. т химических веществ от действующих предприятий и 17 млн. т – от транспорта. В стране насчитывается более 25 млн. единиц транспорта, к 2020 году их количество удвоится. В 206 городах среднегодовые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе превышает 10 ПДК. Самое высокое загрязнение атмосферного воздуха отмечается в Норильске, Нижнем Тагиле, Магнитогорске, Новокузнецке, Череповце. Задыхаются от автомобильных газов Москва, Санкт-Петербург,

Краснодар и некоторые другие города России. Только в Москве автотранспорт выбрасывает в атмосферу 1,2 млн. т вредных веществ за год.

На территории России суммарная активность радиоактивных отходов насчитывается в 4 млрд. кюри.

Обостряется проблема загрязнения почв, поверхностных и подземных вод нефтью и нефтепродуктами. Наиболее опасная ситуация наблюдается в северных районах страны – в Республике Коми, Тюменской и Томской областях, где располагаются основные нефтегазовые месторождения. Экологическими последствиями этой проблемы являются деструкция экосистемы тундры, истощение биологических ресурсов, загрязнение рек и озер и т. д. Сейчас общий объем загрязнений от нефтедобывающей отрасли составляет 1,2 млрд. т нефтеводяных эмульсий. Каждый год дополнительно засоряется около 30 тыс. га земли. Угроза загрязнения исходит и от недостаточной экологически безопасной консервации отработанных скважин.

Как отмечает первый заместитель Председателя комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии И. Н. Никитчук общественность и руководители страны забили тревогу. Состоялось несколько крупных совещаний на уровне президента страны и председателя правительства на тему экологии. Принят ряд важных документов. А 2013 год был объявлен президентом годом сохранения окружающей среды.

Казалось бы, ориентиры заданы, надо к ним стремиться в рамках устойчивого развития экономики и общества в целом. Однако правительство вместе с большинством депутатов Государственной Думы зачастую принимают законы, которые не только улучшают экологическую ситуацию, а наоборот, ее усугубляют. Получается, что правая рука не знает, что делает левая…

Вот несколько примеров, касающихся обращения с отходами.

Федеральным законом от 30.12.2008 № 309 отменено лицензирование всех видов деятельности по обращению с отходами V класса опасности.

Федеральным законом от 04.05.2011 № 99 исключено лицензирование транспортировки отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 25.06.2012 № 93 исключены из лицензируемых видов деятельности сбор и использование отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 24.06.1998 № 89 отменено регулирование обращения с биологическими и медицинскими отходами.

Необходимо отметить, сто практически все эти «новации» под флагом устранения «излишних административных барьеров» принимались без участия Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии.

В итоге сегодня хозяйствующий субъект, который осуществляет сбор, использование, транспортировку отходов, освобожден от обязанности получения лицензии на указанные виды деятельности. Как результат – полностью парализован лицензионный контроль на эти виды деятельности.

Образованные законодателем пробелы в экологическом и природоохранном законодательстве стали причиной резкого роста случаев незаконного размещения отходов: их сбрасывают в лесах, парках, сливают в водные объекты и т. д.

В Конституции России есть статья 58, которая предписывает: «Каждый обязан сохранять природную окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам». Приведенные примеры «законотворчества» в области охраны окружающей среды свидетельствуют о том, что российским законодателям «закон не писан!». Между тем в той же Конституции есть статья 42, которая гласит: «Каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, а также на достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями».

Таким образом, наряду с правом на благоприятную окружающую среду Конституция РФ закрепляет право каждого на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Аналогичное право закреплено в Законе РФ об охране окружающей природной среды.

Между тем проблемы обеспечения, соблюдения и защиты экологических прав граждан в России в практическом плане сейчас далеки от решения. Механизм защиты экологических прав граждан в России находится на начальной стадии формирования. Важнейшую роль в решении этих взаимосвязанных проблем будут играть такие факторы, как создание развитой системы современного экологического законодательства, последовательное обеспечение финансирования охраны окружающей среды, профессиональная подготовка управленческого аппарата, прокурорских работников и судей, а также политическая воля органов законодательной, исполнительной и судебной властей.

Среди наиболее эффективных путей решения экологических проблем необходимо выделить внедрение экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, сырья, продукции и оборудования, рациональное использование природных ресурсов.

В условиях текущего финансово-экономического кризиса одной из главных задач экологической политики становятся нормирование допустимого воздействия на окружающую среду на основе показателей наилучших доступных технологий (НТД).

НТД – концепция предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды, разработанная и совершенствуемая мировым сообществом с 1970-х годов. Эта концепция основана на внедрении на предприятиях более качественных и экономически эффективных технологий, применимых для конкретной отрасли промышленности, с целью повышения уровня защиты окружающей среды.

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется масштабная разработка нормативно-правовой базы по регламентации внедрения НДТ. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации № 2178-р от 31.10.2014 г. был утвержден поэтапный график создания в 2015-2017 гг. 7 информационно-технических отраслевых справочников НДТ, которые будут включать в себя:

— Общую информацию о рассматриваемой области промышленности.

— Описание технологических процессов, используемых в настоящее время.

— Текущие уровни эмиссий в окружающую среду.

— Экономические аспекты реализации НДТ.

— Перспективные технологии.

Применение НДТ на предприятиях не только обеспечит поддержание конкурентоспособности российских предприятий и снизит риски введения торговых и иных ограничений для российских компаний по основаниям экологической безопасности, но и позволит корректировать действия хозяйствующих субъектов на основе финансовой мотивации к модернизации производства. Все это, в целом, приведет к улучшению экологической обстановки в Российской Федерации.

1.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под ***загрязнением окружающей среды*** понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Эти нежелательные изменения свойств окружающей среды могут происходить под влиянием как естественных, так и искусственных (техногенных) источников. К естественным источникам относятся такие опасные природные явления как вулканические извержения, лесные и степные пожары, пыльные бури, вклад которых в общее загрязнение окружающей среды считается незначительным. Основными источниками загрязнения окружающей

среды считаются техногенные, связанные с производственной деятельностью человека.

Человек оказывает следующее воздействие на окружающую среду:

1. Изъятие из природы ее отдельных компонентов, использование природных ресурсов.

2. Выброс в природную среду отходов хозяйственной деятельности, загрязнение этой среды.

3. Преобразование природных комплексов в хозяйственных целях.

При этом различают:

— **Прямое воздействие** – непосредственное действие в отношении каких-либо компонентов природы (срубили лес, распахали степь – стало поле, освоили целину – получили урожай).

— **Косвенное воздействие** – следствие прямого воздействия (в результате почвы обедняются, из-за распашки происходит эрозия почвы, степь превращается в пустыню).

— **Комбинированное воздействие** – комбинация этих двух форм. Обычно любое воздействие на природу при тщательном рассмотрении оказывается комбинированным.

Природные ресурсы – *объекты, условия* и ***процессы природы,*** используемые (или которые могут быть использованы) человеческим обществом для удовлетворения материальных, научных и культурных потребностей общества. Природные ресурсы делятся на ***исчерпаемые*** (невозобновляемые, относительно возобновляемые, возобновляемые) и ***неисчерпаемые*** (климатические, космические, водные).

Если темпы использования исчерпаемых ресурсов превышают скорость их восстановления, они могут быть утрачены. На количество неисчерпаемых ресурсов человек оказать существенного влияния не может, но может оказать заметное воздействие на их качество (прозрачность атмосферы влияет на количество поступающей солнечной энергии, загрязнения воды и пр.). Современный этап развития общества характеризуется интенсивным

использованием невозобновляемых видов природных ресурсов и эксплуатацией возобновляемых ресурсов со скоростью, превышающей возможности их воспроизводства.

Природные ресурсы делятся на *заменимые* и *незаменимые*:

— ***Заменимые*** – нефть, газ и т. д. – могут быть заменимы в определенных пределах;

— ***Незаменимые*** – солнечный свет, воздух, вода, генетические ресурсы.

По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества в России конечный продукт составляет всего 2-4 %.

По масштабам распространения техногенные загрязнения делятся на *локальные, региональные* и *глобальные*.

Для атмосферы ***локальными*** считаются загрязнения, оказывающие влияние на внешнюю среду в радиусе 80 км, ***региональными*** – 90-800 км, глобальными – более 800 км.

Загрязнение почвы региональное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения.

Загрязнение почвы глобальное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса загрязняющего вещества в атмосфере на расстояния, превышающие 1000 км от любых источников загрязнения.

По продолжительности воздействия техногенные загрязнения делятся на *кратковременные* и *долговременные*.

Кратковременные загрязнения – единичные выбросы в атмосферу – взрывы, утечки газа, нефтепродуктов.

Долговременные загрязнения – постоянно или длительно действующие источники загрязнения (промышленные предприятия, ТЭС, гидросооружения и т. д.), могут привести к значительным изменениям компонентов внешней среды.

По характеру воздействия техногенные загрязнения делятся на *физические*, *биологические* и *химические*.

Физиологические загрязнения – тепловой нагрев, шум, электромагнитное и радиоактивное излучения (изменяют непосредственно физические характеристики среды).

Химические загрязнения – оксиды серы, азота, углеводороды, тяжелые металлы, фтористые соединения и другие химические вещества – изменяющие химический состав атмосферы, гидросферы и почвы.

Биологические загрязнения – нехарактерные и нежелательные для данной экосистемы живые организмы (вирусы, бактерии и др. – например колорадский жук).

По источнику загрязнения делятся на:

Естественные – возникающие в результате деятельности бактерий, стихийных бедствий, естественных геологических процессов.

Искусственные – источниками, которых является энергетика, транспорт, сельское хозяйство, коммунальнобытовые системы.

Естественное загрязнение биосфера обычно способна преодолеть за счет процессов саморегуляции и самовосстановления (самолечения).

Искусственные загрязнения (техногенные) – результат хозяйственной деятельности человека, их биосфера полностью обычно переработать не может в силу нескольких причин:

1. Количество техногенных загрязнений очень велико.
2. Среди техногенных загрязнений присутствуют вещества, не характерные для природы в ее нормальном состоянии – ***ксенобиотики*** (большинство синтетических веществ). Ксенобиотики не вписываются в естественный круговорот веществ и не могут быть переработаны природой.
3. Многие техногенные загрязнители подавляют естественные процессы самоочищения и самовосстановления, в т.ч. многие ксенобиотики, ПАВ и т. д.

Техногенные загрязнения в природе могут накапливаться в неизменном виде, а могут быть подвергнуты трансформации – изменению. При трансформации загрязнителей под воздействием химических и физических факторов могут образовываться как более простые вещества, так и более сложные вещества. Трансформация загрязнителей в окружающей среде – превращение химических соединений под влиянием химических, физических и биологических факторов – например, в верхних слоях атмосферы под действием солнечного света фреоны разлагаются с выделением атомарного хлора; сернистые газы (SO2 и SO3) во влажном воздухе образуют сернистую и серную кислоту (кислотный дождь) и т. д. Выделяют трансформацию загрязнителей под воздействием биологических факторов (биотрансформацию). *Биотрансформация* происходит в процессе продвижения загрязнителей по пищевым цепям, и приводит к биодеградации, биоусилению или биоаккумуляции исходных загрязнителей.

Биодеградация – разложение (например, биоразлагаемые органические вещества под воздействием аэробных бактерий превращаются в CO2, H2O, фосфиты и др.).

Биоусиление – процесс превращения исходного загрязнителя в более опасное вещество (под воздействием бактерий металлическая ртуть превращается в метил или этилртуть, которые гораздо более опасны).

Биоаккумуляция – постепенное накопление организмами вредных веществ в ходе их обитания в загрязненной среде за счет неполного выделения загрязнителей из организма. Концентрация биоаккумулируемых веществ возрастает по мере продвижения по пищевым цепям (ДДТ, ртуть и т. д.).

Техногенное загрязнение окружающей среды ведет в конечном итоге к:

1. Ухудшению качества окружающей среды.
2. Образованию нежелательных потерь вещества, энергии, труда и средств при добыче и заготовке человеком сырья и материалов, которые превращаются в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.

3. Необратимому разрушению не только отдельных экологических систем, но и биосферы в целом, в том числе воздействию на глобальные физико-химические параметры окружающей среды.

4. Потере плодородных земель, снижению продуктивности экологических систем в целом биосферы.

5. Прямому или косвенному ухудшению физического и морального состояния человека – главной производительной силы общества.

1.3. ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Источник загрязнения атмосферы

Хозяйствующими субъектами ежегодно выбрасывается в атмосферу более 15 млрд. т CO_2, 200 млн. т CO, более 500 млн. т углеводородов, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по некоторым данным, более 19 млрд. т.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно после химических превращений в атмосфере либо совместно с другими веществами. Из всей массы загрязняющих веществ, которые поступают в атмосферу от техногенных источников, 90 % составляют газообразные вещества (оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных метало и др.), 10 % – твердые и жидкие вещества.

Тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое ископаемое топливо, относятся к наиболее мощным источникам выбросов вредных веществ в атмосферу. Согласно данным Минприроды РФ, в 1995 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ТЭС составил 4474 тыс. т. (твердых веществ – 1349 тыс. т., диоксида серы – 1913,5 тыс. т.,

оксида азота – 1045 тыс. т., оксида углерода – 124 тыс. т.) или 89 % общего выброса по энергетической промышленности.

Автомобильный транспорт выделяет 60 % газообразных загрязнителей воздуха. В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит до 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны Pb, CO_x, NO_x, C_xH_y, бензапирен. В выхлопных газах содержится большое количество углеводородов, их доля резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте.

Крайне опасной частью выхлопных газов являются соединения свинца, образующиеся при сгорании в двигателе автомобиля тетраэтилсвинца $РЬ(C_2H_5)_4$, добавляемого к бензину для повышения октанового числа. При этом при сжигании 1л бензина в воздух поступает 200-700 мг свинца.

Содержание вредных веществ в составе отработавших газов зависит от типа двигателя, режима его работы, общетехнического состояния автомобиля, марки бензина.

В черной металлургии процессы выплавки чугуна и переработки его на сталь также сопровождаются выбросом в атмосферу пыли и различных газов. Выброс пыли в расчете 1 т. чугуна составляет 4,5 кг., CO_2 – 2,7 кг., Mn – 0,5-1 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу в небольших количествах выбрасываются также соединения As, P, Sb, пары Hg и редких металлов, HCN и смолистые вещества.

В 1995 г. валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом по отрасли составил 2735 тыс. т. или 15 % общепромышленного объема выброса. При этом основной объем загрязнений приходится на оксид углерода (70 %).

Цветная металлургия служит источником загрязнения атмосферы пылью и газами. Выбросы предприятий цветной металлургии содержат токсичные пылевидные вещества As, Pb и др., поэтому они особо опасны. При получении металлов электролизом образуется большое количество газообразных и фтористых соединений. Выброс вредных веществ по отрасли составил 3693,2 тыс. т. или 20,4 % от объема выбросов промышленности России.

В угольной промышленности источником загрязнения являются промышленные отвалы пустой породы, или так называемые терриконы. Внутри террикона вследствие самовозгорания длительное время идет горение угля и пирит, сопровождающееся выделением SO_2, СЩ и продуктов возгорания смолистых веществ (бенз(а)пирен).

В 1995 г. одними предприятиями отрасли выброшено в атмосферу 626,5 тыс. т. вредных веществ, из них около 50 % приходится на объединение «Воркута-уголь».

Состав промышленных выбросов в химической промышленности весьма разнообразен; большинство химических соединений является весьма токсичным для организма человека: CO, NO_x, SO_x NH_3, пыль неорганических веществ, H_2S, соединения галогенов, органические вещества, цианистые соединения.

В 1995 г. объем выбросов в атмосферу в целом по отрасли составил 488,4 тыс. т. Для химических и нефтехимических производств характерны значительные объемы металлической ртути, составившие 54 % от общего объема этих выбросов промышленности России в 1995 г.

Валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом в промышленности строительных материалов в 1995 г. составил 674,2 тыс. т. При этом наибольший «вклад» вносят цементные предприятия – 273 тыс. т. или 40,5 %. В выбросах содержатся в основном пыль и взвешенные вещества (54 % от суммарного выброса по отрасли), а также оксид углерода (23,3 %).

При современных производственных технологиях невозможно исключить попадание в атмосферу всевозможных примесей, в том числе и вредных для здоровья всего живого на Планете и для природной среды. Для оценки допустимого уровня их содержания в атмосфере введено в качестве экологического норматива понятие предельно допустимой концентрации (ПДК).

Вся беда, однако, в том, что при правильно выбранных нормативах вредных выбросов они повсеместно не соблюдаются. Состояние атмосферного воздуха, особенно в промышленных регионах России, крайне неблагополучно. Среднегодовая концентрация пыли, фенола, аммиака и двуокиси азота во многих

городах страны выше санитарно-гигиенических норм. Систематически отмечается превышение ПДК некоторых вредных примесей в воздухе: в 73 городах – по взвешенным веществам, в 96 – по диоксиду азота, в 103 – по формальдегиду. Около 44 % населения страны (65 млн. человек) живет в городах, в которых превышены нормы загрязнения воздуха. Более чем в 100 городах – местах проживания 40 млн. человек – загрязнение воздушного бассейна официально считается опасным, причем в ряде городов периодически отмечались уровни экстремально высокого загрязнения – более 50 ПДК.

В качестве примера в табл. 1 приведены данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, полученные в 1998 году. Таким образом, основными источниками загрязнения атмосферы являются промышленность, автомобильный транспорт и пожары. Экологическое состояние Планеты начинает отражаться на климате и непосредственно влиять на локальную погоду. Все сильнее сказывается проявление парникового эффекта как следствие увеличения в атмосфере парниковых газов. Парниковые газы нарушают радиационный баланс, увеличивают температуру нижних слоев тропосферы Земли, что в свою очередь ведет к общему потеплению на Планете со всеми вытекающими из этого и далеко не благоприятными последствиями.

Таблица 1.

Данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

Город	**Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения**	**Город**	**Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения**
1	**2**	**3**	**4**
Ангарск	Формальдегид, бенз(а)пирен	Новгород	Аммиак, диоксид азота, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества
Архангельск	Сероуглерод, формальдегид, метилмеркаптан	Новокузнецк	Формальдегид, фтористый водород, диоксид азота, взвешенные вещества

Благовещенск, Амурская область	Формальдегид, взвешенные вещества	Новороссийск	Формальдегид, диоксид азота, оксид азота, взвешенные вещества
Бийск	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества	Омск	Формальдегид, ацетальдегид, сажа
Братск	Диоксид азота, формальдегид, втористый водород, сероуглерод	Ростов-на-Дону	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
Иркутск	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества	Санкт-Петербург	Фенол, диоксид азота, аммиак, бенз(а)пирен
Кемерово	Сероуглерод, аммиак, формальдегид, сажа	Саратов	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
1	**2**	**3**	**4**
Красноярск	Бенз(а)пирен, хлор, взвешенные вещества	Селенгинск	Формальдегид, фенол, сероуглерод, метилмеркаптан
Краснодар	Фенол, формальдегид, взвешенные вещества	Ставрополь	Формальдегид, диоксид азота, фенол
Кызыл	Бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества	Сызрань	Формальдегид, диоксид азота
Липецк	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Тюмень	Формальдегид, свинец, взвешенные вещества
Магадан	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Улан-Удэ	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Магнитогорск	Диоксид азота, фенол, взвешенные вещества	Хабаровск	Бенз(а)пирен, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, аммиак
Москва	Аммиак, диоксид азота, формальдегид	Чита	Бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Нижний Тагил	Фенол, формальдегид, сероуглерод	Южно-Сахалинск	Сажа, диоксид азота, взвешенные вещества

Источники загрязнения природных вод

Загрязняющие вещества, поступая в природные воды, вызывают изменения физических свойств воды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава воды, в частности появление в ней вредных веществ; появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его

на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий, в том числе и болезнетворных.

Из-за загрязнения природных вод они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд. Особенно пагубно оно влияет на рыб, водоплавающих птиц, животных и другие организмы, которые заболевают и гибнут в больших количествах.

На качественный и количественный состав вод в водоемах оказывает влияние:

1. Миграция химических загрязнений из атмосферы;
2. Поступление загрязняющих веществ в водоемы с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками;
3. Поверхностный сток (дождевые, талые воды).

Сточные воды – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, можно условно разделить на несколько групп. Так, по физическому составу выделяют нерастворенные, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Минеральные представлены песком, глинистыми частицами, частицами руды, шлака, минеральных солей, растворами кислот и щелочей и другими веществами.

Органические загрязнения подразделяются по происхождению на растительные, животные, химические вещества. Растительные органические соединения представляют собой остатки растений, плодов, растительного масла и пр. Загрязнения животного происхождения – это физиологические выделения людей и животных, останки животных, клеевые вещества. Химические органические соединения – это нефть и ее производные, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), синтетические моющие средства (СМС), фенол, формальдегид, пестициды и пр.

Бактериальное и биологическое загрязнения присущи главным образом, бытовым и животноводческим водам и стокам некоторых промышленных предприятий (боен, кожевенных заводов, меховых производств, биофабрик, предприятий микробиологической промышленности).

Бытовые сточные воды включают волы от банно-прачечных хозяйств, пищеблоков, больниц и др. Они поступают из жилых и общественных зданий, от бытовых помещений промышленных предприятий в виде канализационных сточных вод. Органическое вещество составляет около 58 %, минеральные вещества – 42 %. Реакция (pH) – нейтральная или слабощелочная.

В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, средство транспортировки. Многие предприятия машиностроения, металлопереработки, коксохимии, тепловые электростанции используют воду для охлаждения. Расход воды на этих предприятиях для охлаждения достигает 80 % от всего используемого количества воды. Кроме химического загрязнения, такая вода способствует и тепловому загрязнению водоема.

На предприятиях пищевой, химической, нефтехимической промышленности вода используется как растворитель, входит в состав продукции. При этом образуются, как правило, специфические сточные воды.

В ряде случаев вода играет роль среды-поглотиля и средства транспортировки. При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми веществами. На химических, целлюлозно-бумажных и гидролизных заводах, а также на предприятиях легкой и пищевой промышленности вода используется в качестве рабочей среды. Химический состав промышленных стоков весьма разнообразен – в соответствии с техническим процессом. Реакция среды колеблетсяот резкощелочной до резкокислой.

Сельскохозяйственные стоки – это стоки животноводческих комплексов и стоки, образуемые при вымывании агрохимикатов и минеральных удобрений за пределы пахотного слоя в водоем (поверхностный сток). Для животноводчиеских стоков характерно ярко выраженное бактериальное и

органическое загрязнение растительного и животного происхождения, а также загрязнение аммиачными соединениями. Поверхностные стоки загрязняются минеральными удобрениям, пестицидами, ядохимикатами, минеральными примесями.

Суммарный объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты России, распределяется между жилищно-коммунальным хозяйством (51 %), промышленностью (35 %) и сельским хозяйством (13 %). Объем сброса загрязненных сточных вод в 1995 г. составил по промышленности – 8,6 млрд. $м^3$, в сельском хозяйстве – 3,2 млрд. $м^3$, по объектам ЖКХ – 12,5 млрд. $м^3$.

Электроэнергетика – крупнейший потребитель пресной и морской воды, для отрасли в общем объеме забора пресной воды промышленностью – 66 %, морской воды – 98 %, по использованмию воды – около 70 %. Водохранилища, возникшие в результате сооружения плотин гидроэлектростанций, помимо положительного эффекта (регулирования речного стока, снижение опасности наводнений и развития эрозии почв, снабжение водой и др.) оказывают и отрицателтное воздействие на природную среду (затопление земель и населенных пунктов, засоление или заболачивание почв, затопление наземной растительности, развитие новых видов водно флоы).

В нефтеперерабатывающей промышленности сброс загрязенных сточных вод в водоемы составляет 31,3 млн. $м^3$, большая их часть (около 80 %) сбрасывается недостаточно очищенными. Серьезный ущерб окружающей среде наносится разливом нефти вследствие прорывов трубопроводов. По данным Минтопэнерго РФ, общее количество аварий на нефтепроводах в 1995 г. составило 25477.

Из общего объема загрязненных сточных вод угольной примышленности (740,2 млн. $м^3$) около 80 % сбрасывается недостаточно очищенными, остальные остаются без очистки. Предприятия черной металлургии сбрасывают 757,7 млн. $м^3$ загрязенных сточных вод, цветной металлургии – 529 млн. $м^3$ (36 % из них сбрасывается без очистки).

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность является одной из самых водоемких отраслей народного хозяйства, которые оказывают значительное воздействие на поверхностные воды. Объем используемой воды в 1995 г. в целом по отрасли достиг 2019 млн. м.^{3}. На эту отрасль приходится более 20 % общего промышленного сброса загрязненных сточных вод в стране.

Сброс загрязненных сточных вод в водоемы предприятиями химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. составил 1451,7 млн. м^3, изи них более 50 % приходится на сточные воды от городских систем канализаций и других предприятий, принимаемых на баланс химических предприятий.

Предприятиями стройиндустрии в водоемы сброшено 129,5 млн. м^3 загрязненных сточных вод, при этом объем сточных вод, поступающих в водоемы без очистки, увеличился до 60,8 млн. м^3.

В 1995 г. предприятиями машиностроения использовано 2,9 млрд. м^3 свежей воды, после энергетики – это наиболее крупный показатель в промышленности. В поверхностные водоемы поступило 1,82 млрд. м^3 сточных вод. Из них загрязненых – 0,78 млрд. м^3, в т. ч. 0,17 млрд. м^3 – без очистки.

Источники загрязнения почв

По своему положению и свойствам почва фактически является конечным местом сосредоточения всех природных и техногенных загрязнений, при этом последние вносят основной вклад:

- теплоэнергетика (угольная пыль, зола, дым, аэрозоли тяжелых шламов – ртути, мышьяка, свинца, ванадия, газы SO_2, SO_3, NO_2, бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды);
- черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, марганца, мышьяка, зола, сажа, SO_3, SO_2, NH_3, NO_2, HCl);
- цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора, SO_2 и т. д.);

- промышленость строительных материалов (цементная пыль, фтор и др.);
- химическая промышленность (SO_2, SO_3, HF, H_2S, HCl, HNO_3, NH_3, фтористые соединения, углеводороды, растворители, эфиры, фенолы и др.);
- транспорт (углеводороды, свинец, угольная пыль, зола, CO, SO_2, H_2S, бенз(а)пирен, непредельные углеводороды);
- сельское хозяйство (удобрения, пестициды, ядохимикаты и тд.);
- нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность (нефть, нефтепродукты, бенз(а)пирен, серосодержащие соединения и др.);
- атомные электростанции (радионуклиды, йод-131, стронций-90, цезий-137, плутоний-239, калий-42 и др.).

Накопление загрязняющих веществ в почве происходит в результате: непосредственного внесения в почву или на нее (удобрения, пестициды); поступления атмосферных загрязнений в почву (аэрозоли тяжелых металлов, радионулкидоы, летучая зола, газы и др.); поступления загрязнителей в почву с поверхностными стоками; выпадения загрязнителей в почву с атмочферными осадками.

Применение минеральных удобрений приводит к аномально высоким содержанием в почве азота в нитратах и аммиачных соединениях, ионов хлора, фосфора (зафосфачивание почв). При поливах сточными водами в почву попадают патогенные микроорганизмы, личинки гельминтов, канцерогенные вещества.

Среди токсичных веществ, попадающих с атмосферными осадками в почву, особое место занимает сера. В промышленных районах страны с осадками ее ежегодно выпадает 20-30 кг/га (в форме SO_2).

Основные источнки загрязнения почвы канцерогенными веществами – выхлопные газы самолетов, автотранспорта, выбросы промышленных предприятий, тепловые электростанции, котельные. В почву канцерогены поступают вместе с крупно- и среднедисперсными частицами

пыли, при утечке нефти или продуктов ее переработки. Интенсивность загрязнения ими колеблется в значительной степени, что зависит от мощгости загрязнения и других факторов. Основной источник попадания в почву свинца – выхлопные газы автомобилей (ежегодно в почву поступает 250 тыс. т свинца).

Достаточно привести только один пример, свидетельствующий о масштабах химического загрязнения почв. На преприятиях химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. образовалось свыше 11 млн. т отходов (шламы, ртутьсодержащие отходы, отработанная соляная и серная кислота, дистиллерная жидкость и шлам производств кальцинированной соды, лигнин, фосфогипс, изношенные шины, резиносодержащие отходы и др.). Из них используется только около 30 %, а остальные отходы либо уничтожаются и вывозятся на свалки, либо складируются в специально отведенных местах.

Проведенная Минсельхозом России еще в 1997 году оценка почв сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, нитратов и других токикантов на площади более 41 млн. га (в том числе 29,5 млн. га на тяжелые металлы, 6 млн. га пашни на содержание остаточных количеств пестицидов) показала, что примерно 1 млн. га загрязнены тяжелыми металлами и мышьяком свыше ПДК. В 2,1 тыс. проб (из общего количества 12 тыс.) обнаружены остаточные количества пестицидов (в 40 случаях – выше ПДК). В среднем по Российской Федерации взятые пробы почвы не соответствовали санитарно-химическим нормам и нормативам: 13,3 % – по санитарно-химическим показателям, 17,35 % – по микробиологическим показателям, 5,41 % – имели повышенное содержание радиоактивных веществ.

Наиболее неблагоприятная обстановка по загрязнению почв вредными веществами в республиках Бурятия, Дагестан, Карелия, Мордовия, Тыва, в Краснодарском и Приморском краях, в Ивановской, Иркутской, Кеемровской. Костромской, Мурманской, Новгородской, Оренбугской, Сахалинской и Читинской областях.

Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются радионуклиды и диоксины.

По вполне объяснимым причинам вопросы радиоактивных загрязнений местности, особенно сельскохозяйственных угодий, зон отдыха, туризма, странами мирового сообщества не рекламируются, поэтому достоверной вляется только информация по территории России.

Радиоактивное загрязнение местности в России определяется:

- радионуклидами как естественно распределенными, так и привнесенными деятельностью человека, связанной в первую очередь с проводившимися в свое время ядерными испытаниями;
- радиоактивным загрязнением территории вследствие аварий, прежде всего, на Чернобыльской АЭС (1986 год) и ПО «Маяк» (1957 год);
- эксплуатацией предприятий ядерного топливного цикла, судовых ядерно-энергетических установок, хранилищ радиоактивных отходов.

Обнадеживающим фактом для жителей России является то, что средние концентрации радионуклидов в целом значительно ниже установленных норм безопасности.

Однако в ряде регионов страны уровень радиоактивного загрязнеиния является достаточно высоким, причем такое положение отмечается на огромных площадях. Так, площадь территорий, загрязненных в результате Чернобыльской аварии до уровня 1 Ки на км^2 составляла в России в начале 57000 км^2. На площади около 650 тыс. га загрязнены земли лесного фонда в Уральском регионе вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк» и его многолетней производственной деятельности. Общая площадь загрязненных радионуклидами территорий предприятий Росатомы составляет 170 тыс. га. Реабилитация этих территорий остается одной из приоритетных социально-экономических задач.

Сродни радиоактивному загрязнению оказалось **загрязнение окружающей среды диоксидами**. Впервые ощутили диоксиновую опасность тридцать лет тому назад партизаны вьетнамских джунглей во время американо-вьетнамской войны, когда с целью уничтожения растительности и вскрытия,

таким образом, партизанских баз и укрытий американцы применяли «оранжевый агент», в состав которого входило некоторое количество диоксинов, в том числе самы опасный из них – 2, 3, 7, 8- тетрахлордибензо-п-диоксин.

Генетические последствия применения диоксинов, с особым коварством, сказавшиеся на вьетнамских детях, заставили весь мир осознать чрезвычайную опасность диоксинов.

Еще больше обострила проблему диоксинов авария на химическом заводе в г. Севезо (Италия) в июле 1976 г., где площадь загрязнения превысила 17 км^2, на которых проживало более 200 тыс. человек. Подробности аварии достаточно хорошо известны, отметим только, что за десять лет (1976-1986 годы) от рака в этом районе умерло более 500 человек. На землях фермеров потребовалось снять слой почвы на глубину до 20 см, чтобы уменьшить уровень диоксина в пахотном слое. Зараженный слой почвы объемом 200 тыс. м^3 был перемещен, захоронен и замене другой почвой. Авария в Совезо по загрязнению территории диоксином была самой крупной в мире, а ведь там по оценочным данным в окружающую среду было выброшено всего от 1,75 до 3 кг диоксинов.

До недавнего времени считалось, что общее количество диоксинов в природе составляет 500-700 тонн, но в связи с достаточно широко распространенными «диоксиноопасными» технологиями можно ожидать и других, более угрожающих количеств этого сильного яда.

Основными источниками загрязнения окружающей среды диоксинами являются:

- хлорорганический синтез, переработка его продукции. сжигание хлорорганических соединений, применение в промышленностми три-тетра-, пентахлорфенолов, полихлорпирокатехинов, полихлорциклогексанов:
- сжигание твердых бытовых отходов, особенно материалов на основе полихлорвинила;
- процессы хлорирования при отбеливании целлюлозы в целлюлозно-бумажной промышленности, воды, содержащей фенольные вещества и лигнины;

- высокотемпературные процессы: плавление меди в электродуговых печах, получение магния, никеля, других металлов и их хлоридов и т. д.;
- выбросы автотранспорта, использующего горюче-смазочные материалы, содержащие присадки хлор- или броморганичесих соединений, а также бензин с добавкой свинца.

Вносят свой вклад в пополнение диоксинов в окружающей среде и крупные промышленные аварии, например, в США в 1949 году, в ФРГ в 1953 году, в Голландии в 1963 году.

Не обошлось без подоных аварий и в России.

В 1992 году в результате аварии на Уфимском химическом комбинате (Башкортостан) в водопроводную сеть города попало значительное количество полихлорфенолов, возникла опасность диоксиновых поражений, что потребовало проведения дорогостоящих защитных мероприятий.

Ряд городов Российской Федерации (Чапаевск Самарской области, Дзержинск Нижегородской области, Новомосковск Тульская область, Серпухов Московская область, Новочебоксарск Республики Чувашия и др.) загрязнены диоксинами и родственными им соединениями, из-за чего здесь отмечались случаи диоскиновых профзаболевний, в том числе и острых.

Острота диоксиновой проблемы для России обусловлена широким внедрением в последнее десятилетие значительного количества отечественных и зарубежных диоксиноопасных технологий и весьма пассивной антидиоксиновой политикой, допускающей применение диоксиновых технологий в различных производствах. Так, например, широко используются вещества, содержащие диоксины (заливка трансформаторов, гербициды сплошного действия, пестициды, бумага и другая продукция, изготовленная с помощью хлорных технологий).

Все это наводит на неутешительные мысли о том, что в природной среде количество диоксинов значительно превышает приведенные выше оценочные данные, и что человечество еще недостаточно адекватно осознает грозящую ему в недалеком будущем диоксиновую опасность.

Кислотные дожди

В последние 15-20 лет возникла сложная и трудноразрешимая экологическая проблема кислотных дождей (pH<5,0). При сжигании различных видов топлив, а также с выбросами различных предприятий в атмосферу поступает значительное количество оксидов серы и азота. При взаимодействии их с атмосферной влагой образуются азотная и серная кислоты. К ним примешиваются органические кислоты и некоторые соединения, что в сумме дает раствор с кислой реакцией.

Согласно расчетам, доля диоксида серы в образованиикислых осадков составляет около 70 %. Появлению кислых осадков способствует также CO_2: из-за его постоянного присутствия в атмосфере нормальным является pH осадков 5,6.

В дальнейшем кислоты выпадают на поверхность суши или водоемов в виде кислотных дождей или иных атмосферных осадков. Отмечены случаи выпадения осадков с pH 2,2-2,3, что соответствует кислотности уксуса.

Общее количество выбросов SO_2 и NO_2 в мире ежегодно составляе более 250 млн. т. В пересчете на душу населений количество выбросов (кг/год): в Дании – 4, бывшем СССР – 18, Англии – 32, Польше – 55, Австрии – 8, Германии – 160, Италии – 20, Швеции – 6 (Г. В. Войткевич, В. А. Вронский, 1996 г.).

Кислые осадки особенно типичные для Скандинавских стран, а также Англии, ФРГ, Бельгии, Дании, Польши, Канады, северных районов США. Отмечаются случаи конфликтных ситуаций из-за их трансграничных переносов. Например, отдельные районы Норвегии, Финляндии, Исландии, Дании на 80-90 % загрязняются со стороны ФРГ и Люксембурга. Для Швеции доля осадков извне близка к 70 %. В России очаги образования приходятся на Кольский полуостров, Норильск, Челябинск, Красноярск и другие районы. В наши дни в Санкт-Петербурге pH дождя колеблется от 4,8 до 3,7, в Красноярске – от 4,9 до 3,8, в Казани – от 4,8 до 3,3. В городах до 70-90 %

загрязнений в атмосферу, в том числе в способствующих образованию кислых осадков, поставляет автотранспорт (Ю. В. Новиков, 1998 г.).

Отрицательное влияние кислых осадков разнообразно: почвы, водные экосистемы, растения, памятники архитектуры, строения и другие объекты в той или иной степени страдают от них.

Действие кислых осадков на почвы наиболее ощутимо проявляется в северных и тропических районах. Для первых это связано с тем, что подкисляются и без того кислые (подзолистые и их разновидности) почвы. Они, как правило, не содержат природных соединений, нейтрализующих кислотность (карюонат кальция, доломит и др.). Почвы в тропиках хотя и имеют нейтральную и щелочную реакцию, но также не содержат веществ – нейтрализаторов кислотности (из-за интенсивного и постоянного промывания дождями).

Поступая в почву, кислые осадки увеличивают подвижность и вымывание катионов, снижают активность редуцентов, азотофиксаторов и других организмов почвенной среды. При pH, равном 5 и ниже, в почвах резко возрастает растворимость минералов, из них высвобождается алюминий, который в свободной форме ядовит. Кислые осадки также повышают подвижность тяжелых металлов (кадмия, свинца, ртути). В ряде мест кислые осадки и продукты их действия (алюминий, тяжелые металлы, нитраты и др.) проникают в грунтовые воды, а затем в водоемы и водопроводную сеть. В итоге происходит ухудшение качеств питьевой воды.

Действие кислых осадков на водные экосистемы весьма многообразно. Кислые осадки, попадая в водные источники, повышают кислотность и жесткость воды. При pH ниже 6 сильно подавляется деятельность ферментов, гормонов и других биологических активных веществ от которых зависит рост и развитие организмов. Особенно отрицательное действие, проявляется в основном на яйцеклетках и молоди.

Сейчас на Земле насчитывается многоие тысячи озер, практически лишившихся своих обитателей. Почти 20 % рек и озер Швеции, Норвегии и Канады потеряли более половины обитающих в них организмов. Так, в Швеции

в 14 тысячах озер уничтожены наиболее чувствительные виды, а 2200 озер фактически безжизнены. Около 1000 озер США заметно подкислены, а более 3 тысяч имеют кислотность, неблагоприятную для многих обитателей.

Действие кислых осаков и атмосферных загрязнений на леса способствует выщелачиванию из растений биогенов (особенно кальция, магния и калия), сахаров, белков, аминокислот. Кислые осадки повреждают защитные ткани, увеличивают вероятность проникновения через них патогенных бактерий и грибов, способствуют появлению вспышек численности насекомых. Такие воздействия имеют конечным результатом снижение продуктивности фитоцнозов, а нередко и их массовую гибель. Накоплено много данных об отрицательном влиянии кислх осадков на растения через почву, прежде всего в результате увеличения подвижности алюминия и тяжелых металлов. Свободный алюминий повреждает молодые корни, создает очаги для проникновения в них инфекций, а также вызывает преждевременное старение деревьев (болезнь Альгеймера).

Особенно сильно повреждаются хвойные леса, что в первую очередь связано с большой продолжительностью жизни их хвои (4-6 лет), обуславливающей накопление в ней относительно больших концентраций токсинов.

Первыми признаками поражения хвойных лесов газами и кислыми осадкамислужат сокращение сроков жизни хвои и уменьшение ее размера. При этом наиболее сильно повреждаются леса, произрастающие в неблагоприятных условиях (на бедных почвах, в горситых метностях, в зоне туманов и т. п.). Высокой поражаемостью отличаются также бук, граб и твердолиственные виды.

Повышенной чувствительностью к загрязнению атмосферы характеризуются многие виды лишайников. В результате они обычно первыми исчезают из экосистем и поэтому являются индикаторами неблагоприятного состояния среды. Это обстоятельство часто используют экологи. Значительные площади пораженных и погибших от загрязнения атмосферы почв лесов имеются в ФРГ, Швеции, Финляндии, Австрии, Польше, Канаде, на севере США

и в других районах. В ФРГ массовое поражение лесов зарегистрировано в начале 80-х годов. В хвойных лесах, особенно пихтовых, повреждения отмечались у 80-90 % деревьев, а в срднем у 10 % всех видов древесных растений. В России повреждено около 1,5-2 млн. га лесов, при этом основные очаги поражения расположены в районе Норильска, Мончегорска, Братска. Всего на Земле из-за кислотнх дождей повреждено леса площадью 31 млн. га.

Сейчас особенное внимание уделяется поражению лесов в результате совместного действия традиционных загрязнителей (SO_2, NO_2) и озона. Приземной озон является в основном продуктом фотохимического смога. В его присутствии интенсивно разрушается хлорофилл, причем как в результате прямого влияния, так и через ускорение расходования витамина С, которые защищает хлорофилл от окисления.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате промышленной, сельскохозяйственной и иной многоплановой деятельности человека возникает техногенная миграция значительных объемов разнообразнейших веществ, являющихся, как правило, загрязнителями окружающей среды.

В соответствии с материалами Международной конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте к экологически опасным отнесены следующие виды производств и объектов:

- атомная промышленность (установки, предназначенные для производства обогащенного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов);

- энергетика (атомные, гидравлические и тепловые электростанции, крупные установки для сжигания топлива);

- черная и цветная металлургия (установки для доменного и мартенового производств, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия);

- нефтехимия, нефте- и газопереработка;

- химическая промышленность (химические комбинаты, производство асбеста, стекла, минеральных удобрений, пестицидов);

- добыча полезных ископаемых (включая нефть и газ);

- транспортировка нефти, газа, продуктов их переработки;

- производство целлюлозы, бумаги, картона;

- транспортировка, хранение, утилизация и захоронения токсичных и ядовитых отходов;

- производство, хранение, транспортировка и уничтожение боеприпасов, взрывчатых веществ и ракетного топлива;

- крупные склады для хранения нефтяных, нефтехимических, химических продуктов, пестицидов;

- строительство дорог, автострад, трасс для железных дорог дальнего сообщения, аэропортов с длиной посадочной полосы более 2 км;

- сельскохозяйственные объекты (животноводческие комплексы и птицефабрики, мелиоративные системы);

- крупные водозаборы поверхностных и подземных вод;

- крупные плотины и водохранилища;

- вырубка лесов на большой территории;

- легкая промышленность (фабрики по очистке, отбеливанию шерсти, кожевенные заводы, красильные фабрики).

Кроме указанных стационарных источников возможных негативных воздействий на окружающую среду, несомненную экологическую опасность представляет автотранспорт.

Техногенное загрязнение по происхождению делится на 4 группы:

- промышленное;

- транспортное;

- бытовое;

- сельскохозяйственное.

Промышленное – потенциальными источниками загрязнения среды в Саратовской области является около 33,3 тыс. предприятий. В окружающую среду (атмосферный воздух) поступает свыше 400 наименований загрязняющих веществ различных классов опасности. Выбросы от стационарных источников в 2009 г. составили 120,867 тыс. т. По объему выбросов лидируют: транспорт (трубопроводный) и связь (ООО 2Газпромтрансгаз Саратов) – 60,1 % от общей доли выбросов, обрабатывающие производства – 23,9 %, производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 7,8 %, добыча полезных ископаемых – 4,8 %, прочие виды экономической деятельности – 3,4 %. В целом по области произошло снижение объемов выбросов ЗВ на 23,0 %. Саратов лидирует по количеству выбросов и сбросов среди всех городов области.

Транспортное – 89 % всех выбросов приходится на предприятия автомобильного транспорта, 2 % – авиатранспорт, 1 % – водный транспорт. Транспорт дает 60-70 % химического и 90 % шумового загрязнения. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований различных загрязнений, в том числе канцерогенных. С транспортом связано более 90 % свинцового загрязнения. В Саратовской области выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников в 2009 г. составили 312,374 тыс. т. При увеличении на 2,4 % общего количества зарегистрированных на территории области автомобилей выбросы ЗВ уменьшились на 6,5 %. Этот факт объясняется уменьшением количества грузового транспорта и автобусов, вносящих наибольший вклад в загрязнение воздушной среды.

Бытовое – ЖКХ является поставщиком различных отходов. Отходы, образующиеся от жизнедеятельности населения, относятся к 4 классу опасности. В Саратовской области ежегодно образуется более 4 млн. $м^3$ ТБО, которые захораниваются на соответствующих полигонах и свалках. На территории области имеется 746 объектов размещения отходов: полигонов

ТБО – 21, санкционированных свалок – 351, несанкционированных свалок – 331, шламонакопителей – 17, иных мест размещения отходов (иловые площадки, отвалы) – 26. Обустройство и эксплуатация большинства существующих свалок ТБО не отвечает в полной мере санитарным и экологическим требованиям. В Саратовской области резко возросло количество несанкционных свалок, которые являются источниками загрязнения окружающей среды, тяжелыми металлами и диоксинами, причем диоксиновое загрязнение может обнаруживаться на расстоянии 5 км.

Сельскохозяйственное – проблема связана с загрязнением водоемов продуктами эрозии, химическое загрязнение менее выражено, что связано с резким сокращением объемов внесения агрохимикатов и с появлением новых классов химических соединений в меньшей степени, влияющих на окружающую среду. Тем не менее, в 2009 г. ФГУ «Саратовский ЦГМС» обследовал почву вокруг склада ГУП «Аткарсагропромхимия» Аткарского района (250 га). Максимальные значения для остаточного количества были обнаружены по ДДТ – 37 ПДК и по ГХЦГ – 6,7 ПДК. Значительное загрязнение обнаруживалось в западном направлении на расстоянии 50 и 100 м от склада. При изучении состояния почв в районе склада пестицидов ОАО «Ершовская сельхозхимия» также были обнаружены остаточные количества вышеперечисленных препаратов, но в значительно меньших концентрациях.

Техногенное загрязнение по природе факторов делится на следующие группы:

— физическое;
— химическое;
— физико-химическое;
— биологическое.

Физическое – связано с изменением физических температурно-тепловых, волновых и других параметров среды. Различают тепловое, шумовое, радиоактивное, световое, электромагнитное.

Тепловое – сточные воды ТЭС теплее на 8-10 градусов, чем вода в водоемах. Такая температура способствует усиленному развитию водорослей и планктона; температурная граница преграждает путь на нерест лосося и угря. Для развития икры налима температурный перепад выше 1,5 градусов достаточно губителен. Кроме того тепловое загрязнение способствует развитию некоторых заболеваний рыб.

Шумовое – человек всегда жил в мире звуков. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Звуки большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевое ощущение и шок. Длительный шум неблагоприятно действует на орган слуха, понижает его чувствительность к звуку.

Уровень шума в быту:

— уличный транспорт – 80-100 Дб;

— громкая музыка – 130 Дб;

— пылесос – 110 Дб;

— громкая речь – 60-70 Дб.

Считается, что шум реактивного самолета очень опасен для человека – 140 Дб, а взлетающей космической ракеты (175 Дб) – смертелен.

Химическое – связано с увеличением количества химических компонентов в определенных средах, и химическое загрязнение может быть вызвано любым веществом. Наиболее опасными признаны 14 химических элементов, за которыми проводится постоянный мониторинг в окружающей среде и продуктах питания. Наиболее опасны кадмий, ртуть, свинец.

Кадмий – загрязнение продуктов кадмием происходит, как правило, со сточными водами промышленных предприятий, при применении удобрений и пестицидов. Кадмий очень коварен. В небольших количествах он необходим, так как регулирует содержание сахара в крови. Однако при переизбытке он может стать причиной необычайной ломкости и хрупкости костей. В Японии было распространено заболевание «итай-итай» или «ох-ох», которое было связано с тем, что люди употребляли в пищу рис, содержащий остаточные количества

кадмия. У больных отмечалось сильное похудение, деформация скелета и переломы костей. Причем даже глубокий вдох мог вызвать перелом ребер.

Ртуть – первая вспышка массового ртутного отравления была зафиксирована в 1956 г. в Японии на берегах бухты Минамата. Только в 1969 г. удалось доказать, что причиной заболевания стало соединение метилртуть, которое долгое время сбрасывалось со сточными водами в бухту. Вещество попадало с мелкими водорослями в рыбу, а затем с рыбой в человека. На начальных стадиях заболевание проявлялось в расстройстве речи, походки, понижении слуха и зрения. Наиболее тяжелые случаи заканчивались полной слепотой, параличем и смертью. При вскрытии трупов было установлено, что содержание ртути в организме превышало в 50-30000 раз. Это заболевание было установлено благодаря врачу бухты Хаджиме Хосокавы и оно получило название «болезнь минамата». Официальный список жертв – 798 человек.

Свинец – причина летнего листопада – высокое содержание свинца. Свинец попадая в организм человека взаимодействует с сульфидными группами белков, тем самым нарушая и блокируя различные ферментативные системы. Первые симптомы – повышенная активность и бессонница. Они сменяются повышенной утомляемостью, депрессией, нарушением деятельности кишечника, заболеваниями крови и периферической нервной системы.

Физико-химические – аэрозольное загрязнение

Аэрозоли – это аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых неопределяемо долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся либо при конденсации паров, либо при взаимодействии газовых сред, либо попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава. Воздух или газ являются дисперсной средой, а твердые и жидкие частицы дисперсной фазой. Значительная часть аэрозолей формируется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой

зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в них обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода (несгоревший уголь, сажа, смола); реже – оксиды железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, а также соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях.

Биологическое – случайное, связанное с деятельностью человека проникновение в экосистемы чужеродных организмов. Оно бывает биологическое, микробное. Возникает при работе предприятий, производящих антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок.

Классификация загрязнения по масштабам:

- локальное – может быть внутриквартирное водоема, города, деревни;
- региональное – авария на Чернобыльской АЭС;
- глобальное – увеличение концентрации CO^2.

Классификация загрязнения по количественным характеристикам:

- катастрофические;
- незначительные.

Классификация загрязнения по времени нахождения в природе:

- стойкие;
- нестойкие.

По объектам загрязнения бывают:

- загрязнения атмосферы;
- загрязнения гидросферы;

- загрязнения литосферы (почвы).

Загрязнения атмосферы, вызванное деятельностью человека, интенсивно изучается учеными и медиками, поскольку имеет сильный эффект на здоровье людей. Главные источники загрязнения атмосферы: ТЭС, металлургия, Химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная отрасли промышленности, автомобильный транспорт. Аэрозольное загрязнение – это загрязнение атмосферы пылью и жидкими частицами. В результате техносферного *загрязнения гидросферы* отмечаются следующие негативные последствия:

- снижается pH пресных вод и увеличивается содержание в них сульфатов и нитратов в результате загрязнения серной и азотной кислотами из атмосферы;

- выбросы кислотных оксидов в атмосферу приводят к подкислению дождевой воды. Просачиваясь в нижние слои почвы, она лучше растворяет карбонатные породы. Это вызывает увеличение содержания в подземных и речных водах ионов кальция, магния и других, т.е. увеличивается жесткость воды;

- повышается содержание в природных водах фосфатов, нитратов, нитритов и аммонийного азота за счет сельскохозяйственных предприятий;

- возрастает содержание в природных водах ионов тяжелых металлов, прежде всего кадмия, ртути, мышьяка и цинка;

- растет содержание в водах органических соединений, прежде всего биологически стойких, в том числе синтетических ПАВ, иногда фиксируются канцерогенные и мутагенные вещества;

- катастрофически снижается содержание кислорода в природных водах, прежде всего в результате повышения его расхода на окислительные процессы, связанные с «цветением» водоемов, а также вследствие загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами;

- при значительном уменьшении кислорода в воде развиваются восстановительные процессы, в частности сульфаты, восстанавливаются до сероводорода;

- существует потенциальная опасность загрязнения природных вод радиоактивными изотопами химических элементов.

Техногенному загрязнению подвергается в основном самый верхний, относительно тонкий, слой литосферы – почва.

Почва – это плодородный слой, где производится большинство продуктов питания и сырья для него, поэтому он исключительно важен для человека. Стремясь повысить урожаи выращиваемых культур, человек широко применяет удобрения, пестициды, строит оросительные и осушительные системы. К канцерогенным соединениям, появление которых обусловлено неправильной химизацией сельского хозяйства, относятся га-нитрозосоединения.

Значительное загрязнение плодородного слоя почвы и отчуждение сельскохозяйственных земель вызывает складирование, захоронение промышленных и бытовых твердых отходов. Основная масса твердых отходов образуется на предприятиях отраслей:

- горной и горно-химической промышленности (отвалы, шлаки, «хвосты»);
- черной и цветной металлургии (шлаки, шламы, пыль и т. д.);
- металлообрабатывающих отраслей (отходы, стружка, бракованные изделия);
- лесной и деревообрабатывающей промышленности (отходы лесозаготовки, опилки, стружка);
- энергетической – тепловые электростанции (зола, шлаки);
- химической и смежных отраслей промышленности (шламы, фосфогипс, шлаки, стеклобой, пластмассы, резина и т. п.).

Постепенно растет содержание в бытовых отходах пластиков. При сжигании бытовых отходов, содержащих полимерные материалы, возможно образование весьма токсичных соединений, например, диоксинов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем заключается актуальность изучения проблемы техногенного загрязнения окружающей среды?
2. Что такое экологический кризис? Основные периоды развития экологического кризиса.
3. Какие экологические проблемы выделяют в настоящее время?
4. Что такое загрязнение окружающей среды? Какое воздействие на окружающую среду оказывает человек?
5. Основные типы загрязнений в зависимости от факторов воздействия.
6. Какие виды трансформаций загрязнителей Вы знаете?
7. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
8. Перечислите основные источники загрязнения гидросферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
9. Перечислите основные источники загрязнения почвы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
10. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды.

РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ

Основным объектом техногенного загрязнения твердыми частицами и аэрозолями является атмосфера. Из 52 Гг глобальных техногенных выбросов в атмосферу более 90 % приходится на углекислый газ и пары воды, которые обычно не относятся к загрязнителям. Техногенные выбросы в воздушную среду насчитывают десятки тысяч индивидуальных веществ. Однако наиболее распространенные загрязнители сравнительно немногочисленны. Это различные твердые частицы (пыль, дым, сажа), окись углерода (CO), диоксид серы (SO_2), окислы азота (NO и NO_2), различные летучие углеводороды (CH_x), соединения фосфора, сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), хлор (Cl), фтористый водород (HF). Количества первых пяти групп веществ из этого перечня, измеряемые десятками миллионов тонн и выбрасываемые в воздушную среду всего мира и России, представлены в табл. 2.1. Вместе с другими веществами, не указанными в таблице, общая масса выбросов от всех организованных источников, эмиссии которых можно измерить, составляет около 800 млн. т. В эти количества не входят загрязнения воздуха при ветровой эрозии, лесных пожарах и вулканических извержениях. Сюда не входит также та часть вредных веществ, которая улавливается с помощью различных средств очистки отходящих газов.

Наибольшая загрязненность атмосферы приурочена к индустриальным регионам. Около 90 % выбросов приходятся на 10 % территории и суши и сосредоточены в основном в Северной Америке, Европе и Восточной Азии. Особенно сильно загрязняется воздушный бассейн крупных промышленных городов, где техногенные потоки тепла и аэрополлютантов, особенно при неблагоприятных метеоусловиях (высоком атмосферном давлении и термоинверсиях), часто создают пылевые купола и явления **смога –** токсичных смесей тумана, дыма, углеводородов и вредных окислов. Такие ситуации сопровождаются сильными превышениями ПДК многих аэрополлютантов.

Таблица 2.1.

Выбросы в атмосферу пяти главных загрязнителей в мире и в России (млн. т)

	В Е С Ь М И Р		Р О С С И Я	
	Стационарные источники	Транспорт	Стационарные источники	Транспорт
Твердые частицы	57	80	6,4	3,7
Окись углерода	177	200	7,6	10,1
Диоксид серы	99	0,7	9,2	0,07
Оксид азота	68	20	3,0	1,1
Углеводороды	4	50	0,2	2,0

По данным государственного учета, суммарные выбросы загрязняющих веществ на территории РФ за 1991-1996 гг. уменьшились на 36,3 %, что является следствием падения производства. Но темп снижения выбросов меньше темпа спада производства, а в расчете на единицу ВНП выбросы в атмосферу сохраняются на одном уровне.

Более 200 городов России, население которых составляет 65 млн. человек, испытывают постоянные превышения ПДК токсичных веществ. Жители 70 городов систематически сталкиваются с превышением ПДК в 10 и более раз. Среди них такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск, Омск, Кемерово, Хабаровск. В перечисленных городах основной вклад в общий объем выбросов вредных веществ приходится на долю автотранспорта, например, в Москве он оставляет – 88 %, в Санкт-Петербурге – 71 %. По валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу лидирует Уральский экономический район. Наряду с этим Россия в целом не является основным поставщиком вредных выбросов в атмосферу, поскольку поток аэрополлютантов в расчете на одного жителя и на единицу площади страны значительно ниже, чем в США и странах Западной Европы. Зато они заметно выше в расчете на единицу ВНП. Это свидетельствует о высокой ресурсоемкости производства, устаревших технологиях и недостаточности применения средств очистки выбросов. Из 25 тысяч российских предприятий, загрязняющих атмосферу, лишь 38 %

оборудованы пылегазоочистными установками, из которых 20 % не работают или работают неэффективно. Это одна из причин повышенных эмиссии некоторых малых по массе, но токсичных загрязнителей-углеводородов и тяжелых металлов.

Одним из основных загрязнителей атмосферы твердыми частицами и аэрозолями являются теплоэлектростанции (ТЭС). При сжигании угля вся его масса превращается в твердые, жидкие и газообразные отходы. Данные о выбросах главных загрязнителей воздуха при работе ТЭС приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Удельные выбросы в атмосферу при работе ТЭС мощностью 1000 МВт на разных видах топлива, г/кВт·час

Выбросы	**Топливо**		
	Уголь	Мазут	Природный газ
Частицы	0,4 – 1,4	0,2 – 0,7	0 – 0,5
CO	0,3 – 1,0	0,1 – 0,5	-
NOx	3,0 – 7,5	2,4 – 3,0	1,9 – 2,4
SO2	6,0 – 12,5	4,2 – 7,5	0 – 0,02

Твердые частицы и аэрозоли в большом количестве образуются при металлургическом переделе полезных ископаемых (табл. 2.3).

Таблица 2.3.

Газовые и пылевые выбросы (до очистки) основных переделов черной металлургии (без коксохимического производства), в кг/т соответствующего продукта

Выбросы	**Производство**			
	Агломерационное	Доменное	Сталеплавильное	Прокатное
Пыль	20 – 25	100 – 110	13 – 32	0,1 – 0,2
CO	20 - 50	500 – 600	0,4 – 0,6	0,7*
SO2	3 - 25	0,2 – 0,3	4 – 35	0,4*
NOx			0,3 – 3	0,5*
H2S		10 – 60		

*кг/м поверхности металла

Наиболее распространенным источником техногенного загрязнения аэрозолями является автотранспорт. При оптимальной работе автомобильного двигателя сжигание 1 кг бензина сопровождается потреблением 13,5 кг воздуха и выбросом 14,5 кг отработанных веществ. Их состав отражен в табл. 2.4. Вообще в выхлопе современного автомобиля регистрируется до 200 индивидуальных веществ. Общая масса загрязнителей – в среднем около 270 г на 1 кг сжигаемого бензина – дает в пересчете на весь объем горючего, потребляемого легковыми автомобилями мира, около 340 млн. т. Аналогичный расчет для всего автомобильного транспорта (плюс грузовые автомобили, автобусы) увеличит эту цифру, по меньшей мере, до 400 млн. т. Следует также иметь в виду, что в реальной практике эксплуатации автотранспорта весьма значительны разливы и утечки горючего и масел, образование металлической, резиновой и асфальтовой пыли, вредных аэрозолей.

Таблица 2.4.

Состав отработавших газов автомобиля, % по объему

Компоненты	**Двигатели**	
	Карбюраторные	Дизельные
N2	72 – 75	74 – 76
O2	0,3 – 0,8	1,5 – 3,6
H2O	3 – 8	0,8 – 4
CO2	10 – 14,5	6 – 10
CO	0,5 – 1,3	0,1 – 0,5
NOx	0,1 – 0,8	0,01 – 0,5
CxHy	0,2 – 0,3	0,02 – 0,5
Альдегиды	0 – 0,2	0- 0,01
Частицы, г/м3	0,1 – 0,4	0,1 – 1, 5
Бензопирен, мкг/м3	10 – 20	до 10

С автотранспортом напрямую связывают такое сильное загрязнение атмосферного воздуха в больших городах и промышленных центрах, как смог (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Смог над городом

Впервые термин «смог» был введен доктором Генри Антуаном де Во (англ. Henry Antoine Des Voeux) в 1905 году в статье «Туман и дым» (англ. Fog and Smoke), написанной для Публичного Конгресса о здоровье. 26 июля 1905 года лондонская газета Daily Graphik процитировала его: «Он сказал, что нет нужды в науке, чтобы понять, что этот дымовой туман – смог – порождение города, которое не встречается в сельской местности».

Смог бывает следующих типов:

- Влажный смог лондонского типа – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства.

В декабре 1952 г. за 3-4 дня, в течение которых над Лондоном держался смог, погибли 4 тыс. человек, столько же, сколько во время эпидемии холеры в 1854 г. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным, когда сильно загрязнен ядовитыми примесями. В

лондонском смоге такой токсической примесью был диоксид серы, концентрация которого достигала 5-10 мг/м3.

- Ледяной смог аляскинского типа – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов.
- Радиационный туман – туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы.

Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и легком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы.

В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана – смог.

- Сухой смог лос-анджелесского типа – смог, возникающий в результате фото-химических реакций, которые происходят в газовых выбросах по действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.
- Фотохимический смог – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы.

Автомобильные выхлопные газы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон. Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость. В ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

Фотохимический смог. Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает

в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличие в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрие или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ.

Такие условия создаются чаще в июне – сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота – в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул, и избыток озона.

В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в результате которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником, так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги – нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком, Пекиномы другими городами. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной систем и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Смог наблюдается обычно при слабой турбулентности (завихрение воздушных потоков) воздуха, и, следовательно, при устойчивом распределении

температуры воздуха по высоте, особенно при инверсиях температуры, при слабом ветре или штиле.

Можно выделить два типа смога: связанный с загрязнением воздуха выхлопными газами транспорта, содержащими окислы азота, и связанный с загрязнением атмосферы копотью и дымами, содержащими двуокись серы. Необходимой составной частью процесса образования смога первого типа (лос-анджелесского смога) являются фотохимические реакции; во втором случае (лондонский смог) фотохимические реакции могут участвовать в образовании смога, но их участие не является обязательным.

Таблица 2.5.

Сравнение смогов Лос-Анджелеса и Лондона

Характеристика	**Лос-Анджелес**	**Лондон**
Температуры воздуха	От 24 до 320 С	От - 1до 40 С
Относительная влажность	< 70 %	85 % (+ туман)
Инверсия температуры	На высоте 1000 м	На высоте нескольких сотен метров
Скорость ветра	< 3 м/с	Безветренно
Месяцы наиболее частого появления	Август – сентябрь	Декабрь – январь
Основные топлива	Бензин	Уголь (и бензин)
Основные составляющие	O3, NO, NO2, CO, органические вещества	Мелкие частицы CO, соединения серы
Тип химических реакций	Окисление	Восстановление
Время максимального сгущения	Полдень	Раннее утро
Основное воздействие на здоровье	Раздражение глаз, нарушение дыхания	Раздражение дыхательных путей
Наиболее повреждаемые материалы	Резина	Железо, бетон

Как видно из табл. 2.5, лос-анджелесский смог появляется при более высокой температуре и меньшей влажности, чем лондонский. Основные особенности фотохимического смога, наблюдаемого в Лос-Анджелесе, следующие:

- смог образуется в ясную солнечную погоду при низкой влажности воздуха, причем максимальная концентрация вызывающих раздражение веществ наблюдается вскоре после полудня;
- химически он действует как окислитель и вызывает растрескивание резины;
- смог наблюдается в виде беловатого тумана, однако ухудшение видимости – наименее серьезный эффект по сравнению с другими;
- смог вызывает у людей раздражение глаз и губит листву у растений;
- исходные вещества, из которых формируется фотохимический смог, входят в состав автомобильных выхлопных газов, присутствующих в воздухе в больших количествах, но поставщиком исходных веществ может служить и биосфера. Так, например, в результате жизнедеятельности нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий почвы, из сточных вод, из открытых водоемов в атмосферу поступает большое количество закиси азота N_2O. В атмосфере N_2O подвержен окислению нечетным кислородом (озоном или атомарным кислородом), в результате чего происходит образование NO.

Сжигание горючих ископаемых и других видов топлива сопровождается выбросом углекислого газа в атмосферу. Увеличение количества углекислого газа в результате антропогенного воздействия ведет к изменению теплового баланса Земли. Углекислый газ пропускает падающее на Землю солнечное излучение, но поглощает отраженное от Земли длинноволновое инфракрасное излучение. Это приводит к нагреваю атмосферы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что относится к основным загрязнителям окружающей среды из числа твердых частиц и аэрозолей?
2. Назовите источники загрязнения атмосферы твердыми частицами и аэрозолями?
3. Перечислите основные выбросы в атмосферу, которые оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.
4. В каких городах России постоянно идет превышение ПДК токсичных веществ в атмосфере? Почему?
5. Чем опасны выбросы от автотранспорта? Какие вредные компоненты они содержат?
6. Что такое смог? Перечислите типы смога.
7. Перечислите основные характеристики смога, определяющие его вид.
8. Какое негативное воздействие оказывает смог на окружающую среду и здоровье человека?

РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

К тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Группа «тяжелых металлов» во многом совпадает с понятием «микроэлементы», поэтому такие химические элементы как свинец, цинк, кадмий, ртуть, молибден, хром, марганец, никель, олово, кобальт, титан, медь, ванадий являются тяжелыми металлами.

Известно около сорока различных определений термина тяжелые металлы, и невозможно указать на одно из них, как наиболее принятое. Соответственно, список тяжелых металлов согласно разным определениям будет включать разные элементы. Используемым критерием может быть атомный вес свыше 50, и тогда в список попадают все металлы, начиная с ванадия, независимо от плотности. Другим часто используемым критерием является плотность, примерно равная или большая плотности железа (8 г/см^3), тогда в список попадают такие элементы как свинец, ртуть, медь, кадмий, кобальт, а, например, более легкое олово выпадает из списка. Некоторые классификации делают исключения для благородных и редких металлов, не относя их к тяжелым; некоторые исключают не цветные металлы (железо, марганец).

Термин «тяжелые металлы» чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения и, таким образом, учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объем использования химического элемента в хозяйственной деятельности.

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства). Часть техногенных выбросов. Поступающих в природную среду в виде тонких

аэрозолей, переносится на значительные расстояния и вызывает глобальное загрязнение.

Другая часть поступает в бессточные водоемы, где тяжелые металлы накапливаются и становятся источником вторичного загрязнения, т. е. образования опасных загрязнений в ходе физико-химических процессов, идущих непосредственно в среде (например, образование из нетоксичных веществ ядовитого газа фосгена). Тяжелые металлы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции – выдувании почв.

Период полуудаления или удаления половины от начальной концентрации составляет продолжительное время: для цинка – от 70 до 510 лет, для кадмия – от 13 лет до 110 лет, для меди – от 310 до 1500 лет и для свинца – от 740 до 5900 лет. В гумусовой части почвы происходит первичная трансформация попавших в нее соединений.

Тяжелые металлы обладают высокой способностью и к многообразным химическим, физико-химическим и биологическим реакциям. Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Тяжелые металлы и их соединения, как и другие химические соединения, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т. е. мигрировать.

Миграция соединений тяжелых металлов происходит в значительной степени в виде органоминеральной составляющей. Часть органических соединений, с которыми связываются металлы, представлена продуктами микробиологической деятельности. Ртуть характеризуется способностью аккумулироваться в звеньях «пищевой цепи» (об этом шла речь ранее). Микроорганизмы почвы могут давать устойчивые к ртути популяции, которые превращают металлическую ртуть в токсические для высших организмов вещества. Некоторые водоросли, грибы и бактерии способны аккумулировать ртуть в клетках.

Ртуть, свинец, кадмий входят в общий перечень наиболее важных загрязняющих веществ окружающей среды, согласованный странами, входящими в ООН.

Тяжелые металлы – это, прежде всего, яды, которые с относительно небольшой избирательностью накапливаются в разных органах и тканях человека и дают широкий спектр патологических симптомов. Особенно опасно попадание тяжелых металлов на ранних стадиях онтогенеза.

Свинец при определенном уровне накопления способен поражать систему кроветворения, нервную систему, печень, почки. Хронические отравления свинцом известны с глубокой древности в форме «сатурнизма» – слабости, малокровия, кишечных колик, нервных расстройств. Широкое распространение свинца в современной техносфере (промышленные эмиссии, выхлопы автомобилей, краски, изделия и т. п.) и невозможность вторичного использования его значительной части создает многочисленные свинцовые аномалии в селитебной среде. Поступая в организм с водой, вдыхаемым воздухом или пищей, свинец образует соединения с органическими веществами.

Многие из этих соединений нейротропны и способны вызывать поражения нервной системы и головного мозга. Особенно опасны скрытые хронические отравления свинцом у детей, проявляющиеся в виде неврологических расстройств, нарушений психомоторики, внимания и т. п.

Ртуть из почвенный и водных аномалий проходит по трофическим цепям и попадает в организм человека с пищей или другим путем. При массированных разливах металлической ртути наиболее опасны вдыхание ее паров. Она сильнее всего накапливается в печени и почках, приводя к нарушениям обмена веществ и выделительной функции. Ртуть в результате деятельности микроорганизмов легко метилируется и связывается с сульфгидрильными группами белков. Эти соединения также нейротропны. Найдено, что повышенное содержание метилртути в теле беременных женщин приводит к явлениям церебрального паралича и задержке психомоторной активности у родившихся детей.

В середине 50-х годов у жителей рыбачьих поселков на берегу бухты Минамата в Японии возникло заболевание, выражавшееся в нарушениях органов чувств и поведения («болезнь Минамата»). Более 60 человек умерли. Из деревень исчезли кошки. Позднее было установлено, что первичной причиной болезни была метилртуть, попадавшая в морскую воду со стоками химической фабрики. Соединение накапливалось в морских организмах и рыбе, потребляемых жителями. Лишь в 1997 г. был снят карантин с бухты Минамата.

Кадмий по механизму внедрения в организм сходен с ртутью, но задерживается в органах намного дольше. Он вытесняет кальций и замещает цинк в составе биомолекул. Накапливаясьв печени и почках, кадмий вызывает почечную недостаточность и другие нарушения. В 40 – 60-х гг. сильное техногенное загрязнение кадмием воды и почвы, рисовых полей в одном из районов Японии вызвало массовое заболевание местных жителей, выражавшееся в сочетании острого нефрита с размягчением и деформациями костей (болезнь «итай-итай»). У детей хроническое отравление кадмием вызывает нейропатии и энцефалопатии, сопровождающиеся, в частности, нарушениями речи.

Мышьяк является сильным ингибитором ряда ферментов в организме и способен вызывать острые отравления. Совокупность симптомов, обусловленных постепенным отравлением людей соединениями мышьяка в коксохимическом производстве Италии, получила в 60-х годах название болезни «чизолла». Хроническое действие малых доз соединений мышьяка способствует возникновению рака легких и кожи, так как мышьяк сильно повышает чувствительность слизистых к другим канцерогенам, а кожных покровов – к ультрафиолетовым лучам. Тератогенные эффекты мышьяка вызывают нарушения репродуктивной функции организма и появляются расщеплении нёба («волчья пасть»), микроофтальмии, недоразвитии мочеполовой системы.

Таллий, как и мышьяк, поражает периферическую систему, что проявляется в нарушениях нервной трофики, мышечной слабости и изменении кожной чувствительности. Симптомы хронического отравления таллием

выражаются в повышенной нервозности, нарушениях сна, быстрой утомляемости, суставных болях, выпадении волос.

Сходные патологические проявления наблюдаются при хроническом отравлении и другими тяжелыми металлами. Все они при определенном уровне накопления в организме обладают мутагенным (связанным с нарушением генетического кода) и эмбриотоксическим действием, а некоторые соединения свинца, кадмия, мышьяка и хрома – канцерогенным эффектом.

Одним из широко распространенных источников тяжелых металлов являются горнопромышленные отходы (ГПО), образующиеся в процессе добычи и переработки минерального сырья.

Отделенные от массива и (или) подвергнутые переделу, а затем складированные руды и горные породы приобретают свойства, не характерные для их коренного залегания. С позиций синергетики все объекты размещения ГПО являются ярко выраженными прогрессивно самоорганизующимися диссипативными структурами. Атмосферные воздействия и естественные процессы химического и биологического выщелачивания, оказываемые на них в период длительного хранения, приводят к значительным изменениям и разрушениям их рудных составляющих, в результате чего полезные компоненты перераспределяются и элиминируют в окружающие территории, превращаясь в поллютанты, а сам объект со временем обесценивается.

Особенно значительное преобразование геохимического облика ГПО отмечается при использовании флотационного способа обогащения полезных ископаемых, отличительной особенностью которого является широкое использование различных органических соединений, способствующих формированию в ГПО сложных поликомпонентныхоргано-минеральных комплексов, не имеющих природных аналогов.

Как пример, иллюстрирующий происходящие в ГПО процессы и связанные с ними негативные для окружающей среды последствия, можно привести техногенный объект «Отвалы Аллареченского месторождения», расположенный в Печенгском районе Мурманской области.

Данный техногенный объект (ТО), представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно-никелевых руд, разработка которого велась открытым способом и была завершена в 1971 году. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были: никель, медь и кобальт.

В процессе эксплуатации месторождения были образованы новые формы рельефа – карьер площадью в верхней части 1000х300 метров и глубиной более 70 метров, который в настоящее время затоплен, и сформирован отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 метров, а общий объем пород оценивается в 6,7 млн. $м^3$ (более 12 млн. тонн). Также был значительно изменен гидрологический режим местности (было перенесено русло реки Алла). После завершения эксплуатации и карьер, и отвалы, и нарушенные земли были заброшены.

Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Состав мелкозернистой фракции определяют раздробленные ы процессе взрывных работ вмещающие и вскрышные породы, а также вскрышные четвертичные флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения.

Гранулометрический состав отвала весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: (-2000 + 500 мм) – 5-15 %; (-500 + 300 мм) – 15-25 %; (-300 + 150 мм) – 25-35 %; (-150 + 5 мм) – 25-30 %; (-5 мм) – 10-15 %.

Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основными рудными минералами обоих типов являются: пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом.

Доминирующим концентратором никеля в руде является пентландит. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых анализов,

в массивных рудах соответствует формуле: (Ni4.65Fe4.26Co0.08)8.99S8.00; во вкрапленных рудах: (Ni4.50Fe4.44Co0.08)8.02S8.98.

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле: (Fe6.98Ni0.03)7.01S7.99; во вкрапленных: (Fe7.06Ni0.04)7.10S7.90.

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $(Cu,Fe)S_2$.

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракционном интервале - 150 + 40 мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать метра и более.

Атмосферные воздействия, оказываемые на первичные руды в период их длительного нахождения в породном отвале, и связанные с ними гипергенные процессы привели к появлению окисленных руд. В результате окисления значительная часть руды потеряла свои первоначальные качества. Так, если в богатых разновидностях первичных руд содержания полезных компонентов достигают: Ni – 18 %, Cu – 8 %, Co – 0,3 %, то в их окисленных аналогах максимальные обнаруженные содержания не превышают: Ni – 3,3 %, Cu – 2,0 %, Co – 0,05 %.

Особенно подвержен гипергенезу массивные руда пирротин-пентландитового ряда из-за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально – обломки этих руд покрываются корочкой гидроокислов железа, начинают шелушиться и рассыпаться.

Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям, было отмечено выделение микро-капель серной кислоты, которая видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен.

Немаловажную роль в процессах разрушения руд играет естественное бактериальное выщелачивание. Несмотря на то, что объект географически приурочен к арктической зоне, в процессе проведения исследовательских работ в пробах воды и в рудах были обнаружены тионовые ацидофильные железоокисляющие и серо-окисляющие бактерии. Выявление бактерий осуществлялось посевами на питательную среду Сильвермана и Люндгрена 9 К. При этом штаммы бактерий показали высокую окислительную активность – до 20-23 г/литр Fe^{2+} в сутки.

Как известно, основой обеспечения жизнедеятельности железоокисляющих бактерий является их способность к окислению (переводу) закисного железа (Fe^{2+}) в окисное (Fe^{3+}). Наиболее легко окисляемым рудным минералом объекта является пирротин, реакция биологического окисления которого осуществляется, например, по следующей схеме:

$$2FeS + 4{,}5O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H_2O$$

$$2FeS + 1{,}5O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + S^0 + 3H_2O$$

$$FeS + 8Fe^{3+} + 4H_2O \rightarrow 9\,Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+$$

$$S^0 + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ \text{ или } S^0 + H_2O + 1{,}5O_2 \rightarrow H_2SO_4$$

$$2FeSO_4 + 0{,}5O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

В свою очередь, образуемый в процессе данной реакции сульфат окиси железа, также является сильным окислителем сульфидов и взаимодействует с ними по известной реакции:

$$Me_mS_n + mFe_2(SO_4)_3 = mMeSO_4 + 2mFeSO_4 + nS$$

В обычных условиях получаемый в результате этой реакции сульфат закиси железа в кислых растворах очень медленно окисляется до сульфата окиси железа, но в присутствии микроорганизмов скорость его окисления увеличивается в десятки тысяч раз, что намного ускоряет процесс разрушения сульфидов.

В результате химических и биохимических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие, как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит (a-Ni [SO4] x 6H2O) и подобные ему.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, соответствует формуле: (Ni1,52Fe1,14Co0,04)3,00S4,00. В результате гипергенеза виоларит замещает пентландит, значительно ухудшая первоначальные качества руды. Под электронным микроскопом виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (a-FeOOH) и обладает многочисленными трещинами, что свидетельствует о дефиците объема в результате выноса железа.

Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, который образует хорошо заметные сине-зеленые натеки на вмещающих породах, частично аккумулируется в мелкозернистой фракции, а также, вследствие своей легкой растворимости, выносится вместе с атмосферными осадками и паводковыми водами на нижние горизонты и за пределы отвалов.

Показательны результаты тестирования наличия водорастворимых минералов в мелкозернистой (-3 + 0 мм) фракции, проведенного в пробе с содержаниями: Ni 0,36 %, Cu 0,41 %, S 1,57 %. Тестирование длилось в течение трех часов, при постоянном перемешивании воды, имеющей температуру 950 С (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Результаты тестирования наличия водорастворимых минералов, содержащихся в мелкозернистой фракции (- 3 + 0мм) фракции

Выход нерастворимого остатка %	Eh, mB	pH	Конечный раствор				Извлечение в раствор, %	
			Плотность, г/см3	Концентрация, г/см3				
				Ni	Cu	Fe	Ni	Cu
98,5	373	3,11	1,003	0,127	-	0,05	14,5	-

Из приведенных данных видно, что в количественном отношении сульфаты никеля в классе крупности - 3 + 0 мм аккумулируют в себе не более

14,5 % от общего никеля. Но, учитывая, что этот класс по объему составляет 10-15 % всего отвала, а также повсеместное распространение ретгерсита в крупнозернистой фракции, следует ожидать, что около 3 – 4 %, или 200-250 тонн (с учетом ресурсов и запасов) общего никеля, ТО представлено его сульфатами.

Отсутствие растворимых (сульфатных) форм меди в тестовых опытах однозначно указывает на более интенсивную способность к окислению и растворению никеля в сравнении с медью.

Таким образом, очевиден вывод, что пентландит, основной полезный минерал, содержащийся в отвалах, в силу своей неустойчивости в гипергенных процессах, одновременно является доминирующим источником приоритетных загрязнителей окружающих территорий – никеля и кобальта. Оба металла по показателю вредности являются санитарно-токсикологическими и относятся ко II классу опасности.

С целью определения уровня ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 году был проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох (*Pleurozium schreberi*) и верхний органогенный почвенный горизонт (А0).

Анализ поверхностных вод выявил загрязненность всех водоемов, расположенных в непосредственной близости к отвалам, никелем (превышение ПДК в 3-79 раз). Также во всех водоемах нарушен типичный порядок распределения главных ионов, характерный для вод пресных озер. Особенно загрязнено болото, примыкающее к отвалам с южной стороны, в котором концентрации Ni превышают ПДК в 4736 раз; Cu в 1,2 раза; Co в 5,3 раз; Mn в 5,5 раз; аниона (SO4)2- в 1,8 раз; а содержание Cd почти критическое. Вода в этом болоте имеет кислую среду (pH=3,65).

Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось. Связано это с протеканием процессов сульфатредукции, в результате которых образуется сероводород и продукты диссоциации.

По данным батиметрических наблюдений, произведенных в различных участках карьера, содержащаяся в нем вода характеризуется слабощелочными свойствами pH=7,4-8,0 и имеет слабо-отрицательный окислительно-восстановительный потенциал Eh, варьирующий от 10 до 35 mB. Проводимые в течение трех лет наблюдения показали, что содержание никеля в воде карьера остается практически неизменным и составляет 0,6-0,8 мг/литр. Таким образом, можно сделать вывод, что остатки руды на дне и бортах карьера не окисляются и не оказывают влияние на степень загрязнения поверхностных вод участка, а сам карьер выступает в роли геохимического барьера. Тем не менее, вода карьера, с учетом его геометрии и размера, постоянно аккумулирует в себе около 5 тонн никеля.

Не менее загрязненными оказались почвы. Так, в верхнем органогенном почвенном горизонте болота, расположенного с южной стороны отвала, выявленные концентрации тяжелых элементов превысили условно-фоновые показатели: Ni в 877 раз, Cu в 227 раз, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение было отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла реки Аллы. Превышение концентраций поллютантов в этом месте в сравнении с условно-фоновыми показателями составили: Ni в 1172 раза, Cu в 123 раза, Co в 233 раза.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь. При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Результаты химического анализа образцов мха *Pleurozium schreberi* участка не выявили значительного превышения условно-фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала.

Тот факт, что мхи и лишайники концентрируют в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, в результате чего используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения, указывает, что загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием ядовитых стоков отвала. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла реки Алла.

О масштабах миграции тяжелых металлов можно судить по данным геологического мониторинга, проведенного ЗАО «Теллур СПБ» по договору с ООО «Печенгагеология», на площадях, расположенных южнее участка размещения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения». Так, в процессе работ было зафиксировано загрязнение приустьевых вод р. Алла в месте ее впадения в озеро Рошъяур (точка опробования находится в 3-х км от границы затопленного карьера). Обнаруженные содержания никеля – 67,1 мг/литр, кобальта 54,7 мг/литр превышают ПДК, соответственно, в 3355 и 547 раз. Так же существенно загрязненными оказались почва приустьевого участка и донные отложения озера. Опасность загрязнения донных отложений заключается в том, что накопленные в них тяжелые металлы, при изменении физико-химических условий на водосборной площади и в самом водоеме, а так же при снижении антропогенной нагрузки, могут снова поступать в водную толщу и значительно влиять на состояние водных ресурсов. Таким образом, существует реальная угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова – реки Тулома, в которую по системе водотоков поступает вода из озера Рошъяур.

Таким образом, процесс длительного хранения даже крупнообломочных ГПО приводит к потере первоначальных качеств руды и сопровождается масштабной миграцией агрессивных компонентов, в том числе и рудных, в окружающие территории, в результате чего объект размещения ГПО обесценивается как источник минеральных ресурсов. При этом наносится непоправимый экологический ущерб, так со временем ТО превращается лишь в источник постоянно негативного воздействия на окружающую среду.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое «тяжелые металлы»? Какие химические элементы к ним относятся?
2. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.
3. Какие свойства тяжелых металлов относят к негативным?
4. Укажите чем опасны ртуть, кадмий, мышьяк, таллий и др. тяжелые металлы для человека и окружающей среды.
5. Горнопромышленные отходы. Что это такое? Виды ГПО.
6. Воздействие ГПО на состояние окружающей среды и здоровье человека (на примере ТО «Отвалы Аллареченского месторождения»).

РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ

Научные открытия и развитие физико-химических технологий в XX в. привели к появлению искусственных источников радиации, представляющих большую потенциальную опасность для человечества и всей экосферы. Этот потенциал на много порядков больше естественного радиационного фона, к которому адаптирована вся живая природа.

Фон обусловлен рассеянной радиоактивностью земной коры, проникающим космическим излучением, потреблением с пищей биогенных радионуклидов и составлял в недавнем прошлом 8-9 микрорентген в час (мкР/ч), что соответствует среднегодовой эффективной дозе для жителя Земли в 2 миллизиверта (мЗв). Рассеянная радиоактивность обусловлена наличием в среде следовых количеств природных радиоизотопов с периодом полураспада ($T^1/_2$), более 10^5 лет (в основном урана и тория), а также радием, радоном и радиоактивными изотопами калия и углерода. Газ радон в среднем дает от 30 до 50 % естественного фона облучения наземной биоты. Из-за неравномерности распределения источников излучения в земной коре существуют некоторые региональные различия фона и его локальные аномалии.

Указанный уровень был характерен для доиндустриальной эпохи. Научно-технический прогресс индустриальной эпохи характеризовался зарождением новой науки – ядерной физики, что привело к созданию управляемых ядерных реакторов и атомного оружия. Все это привело к увеличению числа присутствующих в окружающей среде радионуклидов и на несколько порядков – их массу на поверхности планеты. Главную радиационную опасность представляют запасы ядерного оружия, топлива и радиоактивные осадки, которые образовались в результате ядерных взрывов или аварий и утечек в ядерно-топливном цикле – от добычи и обогащения урановой руды до захоронения отходов. В мире накоплены десятки тысяч тонн расщепляющихся материалов, обладающих колоссальной суммарной активностью.

С 1945 по 1996 г. США, СССР, Англия, Франция и Китай произвели в надземном пространстве более 400 ядерных взрывов. В атмосферу поступила большая масса сотен различных радионуклидов, которые постепенно выпали на всей поверхности планеты. Их глобальное количество почти удвоили ядерные катастрофы, произошедшие на территории бывшего СССР. Долгоживущие радиоизотопы (углерод-14, цезий-137, стронций-90 и др.) и сегодня продолжают излучать, создавая приблизительно 2 %-ную добавку к фону радиации. Последствия атомных бомбардировок, ядерных испытаний и аварий еще долго будут сказываться на здоровье облученных людей и их потомков. Суммарная ожидаемая эффективная доза от всех ядерных взрывов и аварий составляет в настоящее время 28 млн. чел.-Зв. К 1996 г. человечество получило лишь около 15 % этой дозы. Остальную часть оно будет получать еще тысячи лет.

Значительное количество радиоактивных материалов находится на Севере Европейской территории России вблизи баз Северного флота (районы Мурманска и Архангельска) и на Новой Земле. Суммарная количественная оценка этих скоплений отсутствует. Подвергается опасности радиоактивного загрязнения весь Арктический регион России. Здесь эксплуатируется более 170 ядерных энергоблоков, базируется самый мощный в мире атомный ледокольный флот, расположен полигон испытаний ядерного оружия, производятся подземные ядерные взрывы в мирных целях. Обоснованные опасения вызывают не санкционированные на международном уровне захоронения РАО на дне морей, а также затонувшие корабли с ядерными реакторами и ядерным оружием на борту. Количество РАО, затопленных в морях региона, составляет 2/3 от активности всех отходов, захороненных в Мировом океане.

На территории России действуют 9 АЗС с реакторами РБМК (чернобыльского типа) и ВВЭР. Проверки, производимые по стандартам международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), показывают, что станции находятся в удовлетворительном состоянии. Однако специалисты считают, что в ближайшие годы может начаться остановка реакторов, поскольку многие из них уже исчерпали значительную часть своего ресурса. Каждый год

на АЭС и других радиационно-опасных объектах случаются инциденты, которые квалифицируются по международной шкале аварий и событий, в основном, как «происшествия» (незначительные, средней тяжести, серьезные).

Не только нынешнее, но и последующие поколения будут помнить Чернобыль и ощущать последствия этой катастрофы. В результате взрывов и пожара при аварии на четвертом энергоблоке ЧАЭС с 26 апреля по 10 мая 1986 г. из разрушительного реактора было выброшено примерно 7,5 т ядерного топлива и продуктов деления с суммарной активностью около 50 млн. Ки. По количеству долгоживущих радионуклидов этот выброс соответствует 500-600 Хиросимам.

Из-за того, что выброс радионуклидов происходил более 10 суток при меняющихся метеоусловиях, зона основного загрязнения имеет веерный, пятнистый характер. Кроме 30-километровой зоны, на которую пришлась большая часть выброса, в разных местах в радиусе до 250 км были выявлены участки, где загрязнение достигло 200 Ки/км^2. Общая площадь «пятен» с активностью более 40 Ки/км^2 составила около 3,5 тыс. км^2, где в момент аварии проживало 190 тыс. человек. Всего радиоактивным выбросом ЧАЭС в разной степени было загрязнено 80 % территории Белоруссии, вся северная часть Правобережной Украины и 19 областей России. В целом по РФ загрязнение, обусловленное аварией на ЧАЭС с плотностью 1 Ки/км^2 и выше, охватывает более 57 тыс. км^2, что составляет 1,6 % площади ЕТР (табл. 4.1). Следы Чернобыля обнаружены в большинстве стран Европы, а также в Японии, на Филиппинах, в Канаде. Катастрофа приобрела глобальный характер.

И сегодня, через 15 лет после чернобыльской трагедии, существуют противоречивые оценки ее поражающего действия и причиненного экономического ущерба. Согласно опубликованным данным, из 400 тыс. человек, участвовавших в ликвидации последствий аварии, более 10 тыс. ликвидаторов умерли, 30 тыс. стали инвалидами. Полмиллиона человек до сих пор проживает на загрязненных территориях. Точных данных о количестве облученных и полученных дозах нет. Нет и однозначных прогнозов

о возможных генетических последствиях. Подтверждается тезис об опасности длительного воздействия на организм малых доз радиации. В районах, подвергшихся радиоактивному заражению, неуклонно растет число онкологических заболеваний, особенно выражен рост рака щитовидной железы у детей.

На большей части территории Российской Федерации мощность дозы гамма излучения на местности соответствует фоновым значениям и колеблется в пределах 10-20 мкР/ч. В результате радиационного обследования городов и населенных пунктов страны выявлены сотни участков локального радиоактивного загрязнения, характеризующихся мощностью дозы от десятков мкР/ч до десятков мР/ч. На этих участках находят утерянные, выброшенные или произвольно захороненные источники ионизирующих излучений различного назначения, изделия со светосоставом, технологические отходы производств и содержащие радионуклиды стройматериалы. Эти загрязнения повышают риск для населения получить опасную дозу облучения в самом неожиданном месте, в том числе и в собственном доме, когда, например, строительные панели становятся источником ионизирующего излучения.

Таблица 4.1

Площади областей и республик России, загрязненных цезием-137

(по состоянию на январь 1995 г.)

№№ пп	Области республики	Общая площадь области, республики, тыс. км^2	Площадь загрязнения цезием-137, км^2			
			Ки/км^2			
			1-5	5-15	15-40	>40
1	Белгородская	27,1	1620			
2	Брянская	34,9	6750	2628	2130	310
3	Воронежская	52,4	1320			
4	Калужская	29,9	3500	1419		
5	Курская	29,8	1220			
6	Липецкая	24,1	1619			
7	Ленинградская	85..9	850			
8	Нижегородская	74,8	250			
9	Орловская	24,7	8840	132		
10	Пензенская	43,2	4130			
11	Рязанская	39,6	5320			
12	Саратовская	100,2	150			
13	Смоленская	49,8	100			
14	Тамбовская	34,3	510			
15	Тульская	25,7	10320	1271		
16	Ульяновская	37,3	1100			
17	Мордовия	26,2	1900			
18	Татарстан	68,0	110			
19	Чувашия	18,0	80			
	Итого		49760	5440	2130	310

Средняя облучаемость населения на территории России и стран СНГ в 1,7 раза больше глобальной из-за более высокого естественного и технозависимого фона и воздействия ряда техногенных источников (табл. 4.2) Значительная техногенная радиационная нагрузка, помимо технических источников, обусловлена рассеиванием радионуклидов в результате ядерных взрывов и аварий, а также наличием плохо изолированных скоплений радиоактивных отходов (РАО), образовавшихся в то время, когда напряженная ядерная гонка сочеталась с незнанием степени риска и с радиологической беспечностью.

Одна из наиболее острых экологических проблем в стране – *проблема радиоактивных отходов.* Об истинных ее масштабах стало известно в 1993 г.,

когда был составлен государственный регистр мест и объектов добычи, переработки, использования, хранения и захоронения радиоактивных веществ, РАО, источников ионизирующих излучений. Только на предприятиях Минатома России (ПО «Маяк», Сибирский химический комбинат, Красноярский горно-химический комбинат) сосредоточено 600 млн. $м^3$ РАО с суммарной активностью 1,5 млрд. Ки. На АЭС хранятся 140 тыс. $м^3$ жидких и 8 тыс. $м^3$ отвержденных отходов общей активностью 31 тыс. Ки, а также 120 тыс. $м^3$ излучающих твердых отходов (оборудование, строительный мусор). Ни одна АЭС не имеет полного комплекта установок для подготовки отходов к захоронению. Поставщиками РАО являются также Военно-морской флот (ВМФ), атомный ледокольный флот, судостроительная промышленность, предприятия не ядерного цикла (НИИ, промышленные предприятия, медицинские учреждения, учебные заведения).

Таблица 4.2

Структура доз облучения населения источниками ионизирующего излучения (по данным ООН и радиационно-гигиеническому паспорту Российской Федерации за 1999 год)

Источник излучения	Средние годовые дозы, мЗв/год	
	Мировые	По России
ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Внешнее гамма-излучение природных радионуклидов	0,48	0,48
Космическое излучение	0,390	0,390
Долгоживущие радионуклиды в атмосферном воздухе	0,006	0,006
Изотопы радона в воздухе помещений	1,26	1,89
Калий-40 и другие природные радионуклиды в пище и питьевой воде	0,290	0,290
Всего природные источники	2,406	3,056
ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Медицинское облучение	0,4	1,0
Глобальные выпадения	0,005	0,005
Загрязнение территорий	0,002	0,002
Всего искусственные источники	0,407	1,007
Итого за счет всех источников	2,813	4,064

Наиболее сложная технологическая стадия топливного цикла – переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и захоронение РАО. На предприятиях Минатома, Минтранса и ВМФ России хранится 7800 т ОЯТ с общей активностью 3,9 млрд. Ки. ОЯТ АЭС с реакторами типа РБМК в настоящее время не перерабатывается, а ОЯТ от реакторов ВВЭР транспортируется в специальное хранилище с перспективой последующей переработки на строящемся заводе РТ-2 Горно-химического комбината в г. Железногорске Красноярского края. Однако строительство этого завода вызывает протесты экологической общественности, поскольку существующая технология регенерации ОЯТ связана с образованием большого количества жидких РАО разной степени активности. Наибольшие возражения вызывают предложения о приеме ОЯТ с зарубежных АЭС для временного хранения с целью последующей переработки.

ПО «Маяк». Самое крупное из известных сейчас скоплений радионуклидов находится на Урале, в 65 км к северо-западу от Челябинска на территории производственного объединения «Маяк». ПО «Маяк» было создано на базе промышленного комплекса, построенного в 1945-1949 гг. в Челябинской области в районе городов Кыштым и Касли. Здесь в 1948 г. был пущен первый в стране промышленный атомный реактор, в 1949 г. – первый радиохимический завод, изготовлены первые образцы атомного оружия. В настоящее время в производственную структуру ПО «Маяк» входят ряд производств ядерного цикла, комплекс по захоронению высокоактивных материалов, хранилища и могильники РАО. Многолетняя деятельность ПО «Маяк» привела к накоплению огромного количества радионуклидов и сильному загрязнению районов радиохимического производства непосредственно в открытую речную систему Обского бассейна через р. Теча в 1949-1951 гг., а также вследствие аварий 1957 и 1967 гг. в окружающую среду было выброшено 23 млн. Ки суммарной активности (рис. 4.1). Радиоактивное загрязнение охватило территорию в 25 тыс. км^2 с населением более 500 тыс. человек. Официальные данные о десятках

поселков и деревень, подвергшихся загрязнению в результате сбросов радиоактивных отходов в р. Теча, появились только в 1993 г.



Рисунок 4.1. – Запретная зона близ р. Теча

По данным радиационного мониторинга, выпадения цезия-137 из атмосферы в районах, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», в течение 1996 г. были в 30-100 раз больше, чем в среднем по стране. Высоким остается и уровень загрязнения местности цезием-137 в пойме р. Теча, на некоторых участках регистрируются повышенные уровни мощности дозы гамма-излучения, превышающие 1000 мкР/ч. Концентрации стронция-90 в речной воде и в водных отложениях в 100-1000 раз превышают фоновые значения. В каскаде промышленных водоемов в верховьях р. Течи накоплено 350 млн. $м^3$ загрязненной воды, являющейся по сути низкоактивными отходами (табл. 4.3). Суммарная активность твердых и жидких РАО, накопленных в ходе деятельности ПО «Маяк», достигает 1 млрд. Ки. Сосредоточение огромного

количества РАО, загрязнение поверхностных водоемов, возможность проникновения загрязненных подземных вод в открытую гидрографическую систему Обского бассейна создают исключительно высокую степень радиационного риска на Южном Урале.

Таблица 4.3

Содержание стронция-90 и цезия-137 в водоемах-отстойниках ПО «Маяк»

Содержание радионуклидов	Номера водоемов							
	2	3	4	6	17	9	10	11
Стронций-90 в воде, кБк/л	0,4	44,4	12,6	0,01	25900	62900	25,5	1,9
Стронций-90 в отложен., кБк/л	48,1	5180	148	1110	4,4x10	1,1x10	130	48,1
Цезий-137 в воде, кБк/л	0,2	7,4	2,2	0,007	15-	4,4x10	0,2	0,007
Цезий-137 в отложен., кБк/л	10x6	4x10	2,10		1,2x10	5,2x10	5550	4,8
Суммарное содержание в воде, ТБк	70	96	63	0,07	1700	300	200	900
Суммарное содержание в отложен., ТБк	670	570	150	10	70000	4,4x10	200	500

В пределах Свердловской области имеется несколько мест скопления и захоронения твердых радиоактивных отходов. В процессе производственной деятельности различных производств (Белоярская АЭС и др.) образуются технологические и не технологические (аварийные) сбросные растворы, содержащие радиоактивные элементы. Так, на Белоярской атомной станции на временное хранение ежегодно направляется более 100 $м^3$ среднеактивных жидких радиоактивных отходов (ЖРО), причем имеющееся на территории станции хранилище ЖРО заполнено до предела (рис. 4.2). Кроме того, как показали наблюдения, при длительном хранении ЖРО в хранилищах происходит возрастание удельной бета-активности воды и наблюдается интенсивная коррозия стенок бассейнов выдержки с увеличением вероятности попадания радиоактивной воды в грунтовые воды. Таким образом, острота экологической ситуации, обусловленная хранением ЖРО в открытых хранилищах, не решает

проблему безопасной локализации таких отходов и выдвигает её в число первоочередных государственных задач.



Рисунок 4.2 – Белоярская АЭС

В настоящее время общепризнано, что наиболее предпочтительным методом изоляции ЖРО от биосферы является их захоронение в глубокозалегающие геологические формации. Идея захоронения ЖРО в глубокозалегающие пористые геологические среды не нова. В нашей стране уже с конца 50-х годов прошлого века были организованы специальные комплексные исследования и проведены геологоразведочные работы с целью изучкения возможности создания систем глубинного захоронения ЖРО, была разработана технология подготовки и нагнетания отходов через буровые скважины, осуществлено проектирование опытных и опытно-промышленных полигонов захоронения, их строительства и ввод в эксплуатацию.

Следует отметить, что глубинное (подземное) захоронение жидких промышленных, в том числе и радиоактивных, отходов и сточных вод допускается законодательством о недрах. Основами водного законодательства,

Положением об охране подземных вод, Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

На парламентских слушаниях в Госдуме России 17 июня 1997 г. было отмечено, что подземное захоронение экологически опасных отходов на сегодня является эффективным природоохранным способом обращения с ними и заслуживает широкого применения в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве нашей страны.

Подземное захоронение жидких промышленных отходов в глубокозалегающие (поглощающие) горизонты технологически близко к широко применяемому при добыче нефти методу подземного заводнения продуктивных горизонтов для поддержания пластового давления. Поэтому в 50-60-е годы некоторые отрасли промышленности в развитых странах стали перенимать опыт нефтяников для удаления жидких отходов, количество которых в связи с интенсивным развитием производства чрезвычайно возросло. Во многих странах загрязнение открытых водоемов, пресных подземных вод, почв и грунтов сточными водами к тому времени превратилось в настоящее бедствие. В этой ситуации подземное захоронение сточных вод в глубокозалегающие горизонты, воды которых из-за высокой минерализации или токсичности не находят практического применения, явилось своевременным мероприятием, позволившим резко снизить темпы загрязнения окружающей среды.

В СССР исследования по выяснению возможности подземного захоронения сточных вод предприятий, не относящихся к нефтедобыче, начались в 50-е годы. Первоначально они были направлены на обезвреживание наиболее вредных жидких промышленных отходов – радиоактивных сточных вод атомной промышленности и токсичных вод химических производств. Проблема изучалась комплексно и всесторонне ведущими научными учреждениями страны в самых разных аспектах – геологическом, гидрогеологическом, химическом, санитарном.

В результате длительной кропотливой работы научных, проектных и производственных организаций в шестидесятые годы были построены и начали эксплуатироваться полигоны подземного захоронения Сибирского химического комбината (1963), Научно-исследовательского института атомных реакторов (1966), горно-химического комбината «Красноярск-26» (1967), Уфимского НПЗ (1967), ТПО «Пигмент» (1968), Троицкого йодного завода (1968) и др.

Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград (Саратовская обл.) осуществляет захоронение радиоактивных вод на расположенном в 10 км от него полигоне (рис. 4.3). В качестве поглощающих горизонтов используются яснополянский горизонт и окско-башкирский комплекс (оба каменноугольного возраста) Восточно-Европейской платформы. Первый залегает на глубине 1410-1467 м и сложен песчаниками и алевролитами, второй – на глубине 1138-1194 м представлен трещиноватыми и кавернозными известняками и доломитами. Пластовые воды имеют минерализацию 230-250 г/дм^3. В 1966-1973 гг. закачка стоков производилась в яснополянский горизонт объемом от 244 до 340 м^3/сут, а с 1973 г. и по настоящее время – в окско-башкирский комплекс объемом от 320 до 960 м^3/сут при устьевом давлении и нагнетания не выше 5 Мпа.



Рисунок 4.3 – Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград

Сибирский химический комбинат Томск-7 находится в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Саяно-Алтайской области. Для захоронения жидких радиоактивных отходов используются два песчаных пласта позднемелового возраста мощностью 30-40 м и 37-94 м, залегающие в интервале глубин, соответственно, 350-400 м и 280-350 м. Воды, насыщающие пласты-коллекторы, пресные с минерализацией 0,3-0,4 г/дм^3. Два полигона захоронения ЖРО расположены в 3-5 км от производственного комплекса. На полигонах осуществляется подземное захоронение 4500 м^3/сут ЖРО при давлении нагнетания 1,2-2,0 МПа. Некоторые виды концентрированных технологических жидких отходов закачиваются в скважины периодически порциями по 5-10 тыс. м^3 несколько раз в год.

Горизонты захоронения отделены от вышележащих водоупором, сложенным глинистыми отложениями. Физико-химическое моделирование поведения ЖРО в водоносных горизонтах показало, что в существующих гидрогеохимических условиях хранения ЖРО происходит их нейтрализация до фоновой концентрации, и они не несут непосредственную угрозу экосфере и среде жизнеобитания человека.

Горно-химический комбинат «Красноярск-26» производит захоронение жидких радиоактивных отходов на полигоне «Северный» в 12 км от основного производства (рис. 4.4). Закачка отходов производится в два песчаных пласта юрского возраста мощностью 55-85 м и 25-45 м, залегающих на глубине 355-500 м (I горизонт) и 180-280 м (II горизонт). К ним приурочены пресные подземные воды с минерализацией 0,3 г/дм^3. Над поглощающими горизонтами развита песчано-глинистая толща юрского возраста. В I горизонт с 1967 г. закачивается около 300 м^3/сут ЖРО при устьевом давлении на скважинах – 1,2-5,0 МПа. Во II горизонт с 1968 г. закачивается до 600 м^3/сут ЖРО при устьевом давлении до 2,0 МПа.



Рисунок 4.4 – Горно-химический комбинат «Красноярск 26»

Ситуация с подземным захоронением на горно-химическом комбинате «Красноярск-26» изучалась учеными и специалистами в рамках международного проекта «Радиационная безопасность биосферы» (проект RAD). Работы проекта RAD проводились тремя независимыми группами: учеными специалистами Международного института прикладного системного анализа – неправительственной исследовательской организацией, расположенной в австрийском г. Лаксенбурге; Российской академией наук (ИГЕМ) и Минатома (ВНИПИ промтехнология). Исследования, выполненные по проекту RAD, подтвердили выводы российских ученых и специалистов, что глубинное захоронение РАО играет большую роль в предотвращении воздействия радиоактивности на окружающую среду, а сам метод захоронения ЖРО в глубокозалегающие геологические формации не создает угрозы для окружающей среды, являясь самой экологически приемлемой технологией обращения с ЖРО на сегодняшний день.

Один из руководителей проекта профессор Паркер – известный американский ученый, председатель Совета по обращению с РАО Национальной Академии наук США, - отметил, что «Удаление жидких радиоактивных отходов в глубокие геологические формации в Красноярске-26 не представляет ни краткосрочных, ни долгосрочных рисков для здоровья населения».

Изучение отечественного и зарубежного опыта по захоронению жидких отходов, не имеющих санитарно-надежных и экономически приемлемых методов очистки, показывает экономичность и

- плотность – 1,05-1,40 г/см^3;
- динамическое напряжение сдвига – 60-200 дПа;
- пластическая вязкость – 6-20 мПа · с;
- условная вязкость – 30-65 с (стандарт API).

Биополимерный раствор обеспечивает выполнение таких требований, как сохранение коллекторских свойств водоносных пластов, соответствие всем требованиям экологии и безопасность ведения работ.

Безусловно, захоронение ЖРО, накопленных на предприятии «Маяк», в Теча-Бродскую брахисинклинальную структуру путем увеличения их плотности было бы кардинальным решением проблемы, однако пока оно находится лишь в стадии постановки. Главная задача сегодняшнего дня заключается в том, чтобы доказать принципиальную возможность создания в глубинной зоне закарстованной карбонатной толщи относительно стабильной «залежи» утяжеленных ЖРО, не разубоживаемой и не всплывающей под действием вертикальных градиентов давления и «восходящих течений», т.е. не вовлекаемой в процессы естественного водообмена. Определить, какие при этом должны соблюдаться основные условия и ограничения.

В то же время на Урале имеются традиционные, проверенные временем и опытом подземного захоронения геологические структуры, по всем показателям подходящие для безопасного захоронения ЖРО.

Как отмечалось, в предыдущих отчетах, целенаправленными усилиями специалистов ГПП «Зеленогорскгеология» (в настоящее время Уральский филиал ФГПУ «Урангео») в Зауралье обнаружена и закартирована целая система изолированных геологических структур, которые могут служить надежными и долговременными хранилищами жидких РАО, не нуждающимися в сушке и остекловании (рис. 4.5). Такими структурами являются русла древних юрских рек, погребенных под мощной (обычно 400 м и более) толщей водоупорных красноцветных алевролитов и глин. Сами русла, врезанные в кристаллические породы палеозойского фундамента на 100-200 м, представляют собой протяженные корыто- и трубообразные структуры, выполненные песчано-галечниковым материалом. Именно последние благодаря высоким коллекторским свойствам могут стать вместилищами жидких РАО. Весьма благоприятны для захоронения РАО также гидродинамический и гидрохимический режимы палеорусловых вод. Водонасыщенные русловые отложения характеризуются практически застойным режимом, солоноватыми и солеными водами преимущественно гидрокарбонатно- хлоридно-натриевого состава при восстановительной гидрохимической обстановке и повышенной щелочности. Все это при отсутствии гидродинамической связи юрского водоносного горизонта с вышележащими песчано-глинистыми отложениями свидетельствует о том, что выявленные природные коллекторы жидких РАО надежно изолированы от среды обитания человека и могут быть успешно использованы для захоронения как ЖРО, так и любых жидких высокотоксичных отходов.

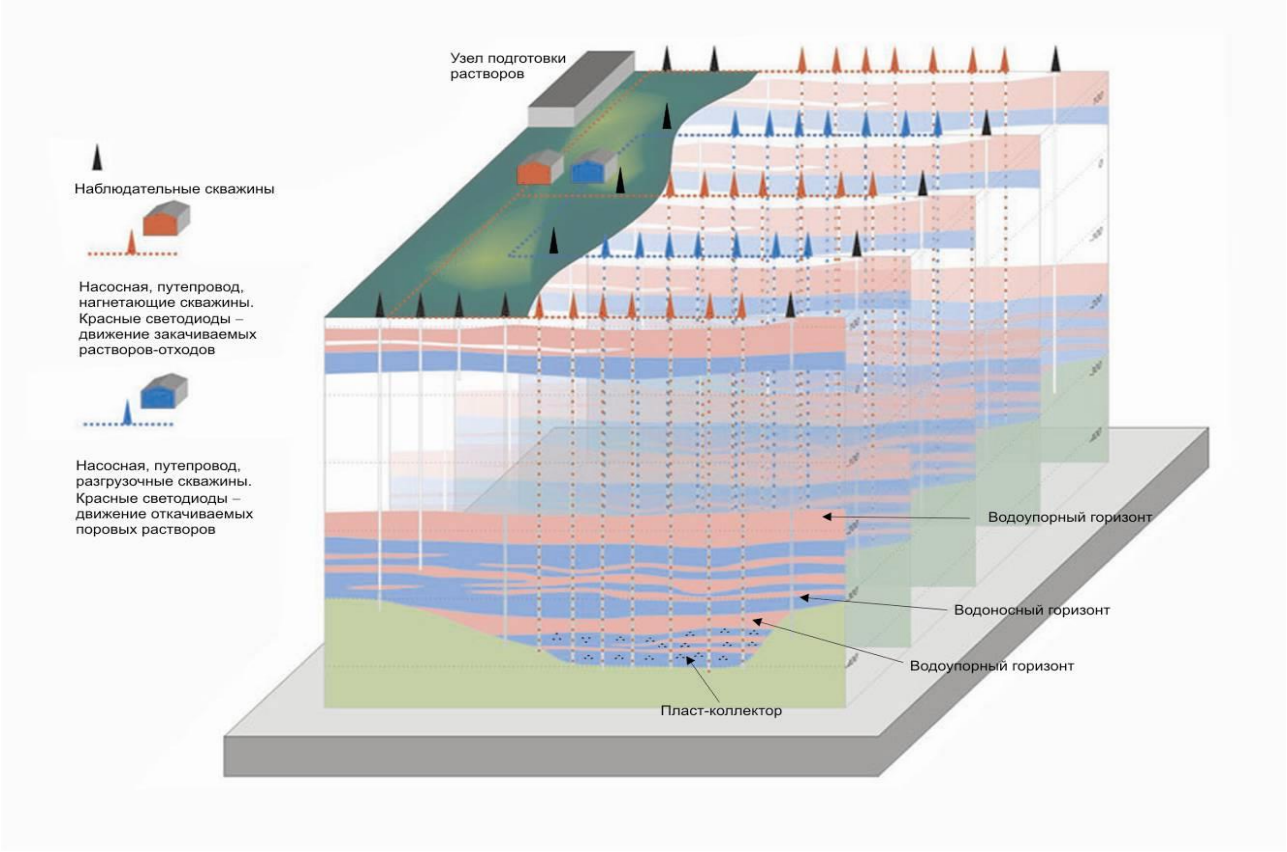


Рисунок 4.5 – Макет полигона для захоронения жидких РАО

Известные месторождения урановых руд Долматовское, Хохловское и другие, образовавшиеся около 140 млн. лет тому назад, представляют собой примеры надежной законсервированности и изолированности от экосистемы Зауралья.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое радионуклиды? История открытия и изучения радионуклидов.
2. Источники выделения радионуклидов, виды и классификация.
3. Какое воздействие оказывают радионуклиды на состояние окружающей среды и здоровье человека?
4. Радиоактивные отходы. Что это такое? Какие проблемы они несут?
5. Промышленные предприятия на которых происходят обращение, хранение и утилизация РАО. Чрезвычайные ситуации, которые могут произойти в результате их работы.
6. Современные пути решения проблемы обращения, хранения и утилизации РАО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Болтыров В.Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. Экологические проблемы освоения техногенных объектов Кольского полуострова. Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: доклады научно-практической конференции 1-2 октября 2013 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. С. 76-82

Методическое издание

Владимир Босхаевич Болтыров
Любовь Александровна Стороженко
Татьяна Сергеевна Бобина

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления
20.03.01 Техносферная безопасность

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Слободчиков Е.А.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ

Конспект лекций

Екатеринбург
2021

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. Введение. Виды и объекты техногенного воздействия на экологические системы 4

Лекция 2. Виды производств, воздействующих на экосистемы (продолжение). Оценка экологического состояния территорий 37

Лекция 3. Виды работ, проводимых при геоэкологическом картировании 73

Лекция 4. Геоэкологическое картографирование 92

Лекция 5. Геоэкологическое картографирование состояния окружающей среды 137

Лекция 1

Введение. Виды и объекты техногенного воздействия на экологические системы

Введение

Геоэкологическое картирование – это комплекс мероприятий, направленных на изучение экологического состояния природных систем (природно-территориальных комплексов – ПТК), испытавших техногенное воздействие. Геоэкологическое картирование является наряду с геоэкологическим мониторингом составной частью геоэкологических исследований.

Расшифровка некоторых понятий, используемых в конспекте

Экология – система знаний о взаимоотношениях живых организмов между собой и с окружающей средой.

Биоценоз (бионом, биота) – совокупность живых организмов, существующих на Земле или в пределах какого-либо ПТК.

Биотоп – окружающая среда, в которой существуют организмы. Окружающая среда состоит из геосферы (верхняя часть земной коры, представленная коренными и рыхлыми горными породами и почвами, в которых обитают живые организмы), гидросферы (та часть водной оболочки Земли, представленной поверхностными и подземными водами, в которой обитают живые организмы) и атмосферы (нижний слой всей атмосферы Земли, в котором обитают живые организмы).

Экологическая (биологическая) **система** (биогеоценоз) – это биоценоз и биотоп, находящиеся в системе связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними. Другими словами – это взаимодействующие между собой биоценоз и биотоп.

Экологическое состояние – это характер взаимодействия биоценоза внутри себя и с биотопом.

Геоэкология – наука, изучающая пространственно-временные изменения природных систем под воздействием антропогенной деятельности и их экологическое состояние.

Техногенез – всякая хозяйственная деятельность, направленная на обеспечение комфортного жизнеобитания человека – постройка жилищ, предприятий, обеспечивающих человека одеждой, питанием, средствами и мероприятиями, обеспечивающими культурный досуг, физическое развитие, защиту от болезней, природных опасных явлений, и посягательств на жизнь и здоровье со стороны других людей.

Примеры взаимоотношений организмов внутри биоценоза

Симбиоз–сосуществование и содружество двух видов организмов в одном более сложном. Лишайники – симбиоз водоросли и гриба.

Паразитизм. Черви-паразиты в желудочно-кишечном тракте животных; рыбы-прилипалы; лишайники и орхидеи на коре деревьев; насекомые на коже животных (вши, оводы); насекомые, питающиеся кровью животных (комары, клещи).

Сосуществование в условиях взаимопомощи. Крупные рыбы-хищники и мелкие рыбы-чистильщики в определенных местах; крокодилы и птицы-чистильщики; буйволы и птицы-чистильщики; плодовые растения и плодоядные птицы; цветковые растения и сборщики нектара и пыльцы.

Сосуществование в условиях равнодушия. Нехищные животные, растения.

Сосуществование в условиях еда – враг (хищники – травоядные, хищники – хищники, насекомоядные растения.

Сложные опосредованные взаимоотношения (кошки – овцы).

Человек и его взаимоотношения с окружающей средой являются частью экосистемы. Примеры взаимодействия человека с окружающим биоцензом:

- гибель людей от чумы, холеры, оспы в исторические времена;
- потери пищевых ресурсов при нападениях саранчи, колорадского жука;
- эпидемии простудных заболеваний (вирус эбола, коронавирус).

И хотя человек составляет малую часть биоценоза, его разум и обусловленные этим технические возможности оказывают большое влияние на состояние и биоты и окружающей среды:

- выбил дронтов, стеллерову корову и бизонов, леопардов и львов в Европе;
- почти выбил зубров, крупных китов (синих), тигров в Приморье, снежных барсов;
- поставил на грань уничтожения многие виды растений и животных (те, что в красной книге);
- загрязняет атмосферу, воду и почвы продуктами сгорания разных видов топлива;
- способствует изменению климата в связи с вырубкой лесных массивов и джунглей, уничтожения трав скотом;
- способствует усилению парникового эффекта на Земле благодаря большому количеству выбросов углекислого газа в атмосферу при сжигании горючих материалов;
- способствует увеличению «озоновых дыр», выбрасывая в атмосферу большие количества фреонов;
- изменяя режим подземных вод при различной технической деятельности в геосфере вызывает техногенно-обусловленные суффозионные провалы земной поверхности (Соликамск, Североуральск, Каменск-Уральский, Сухой лог, Екатеринбург во дворе);

- изменяя состояние земных недр вызывает на отдельных территориях опускания земной поверхности, интенсификацию природных землетрясений и вулканической деятельности, проявление техногенных землетрясений и горных ударов.

- вызывает разрушительные явления и катастрофы в связи с авариями на АС (Чернобыль в 1986 г, Фукусима в 2018 г),

- вызвал обмеление Аральского моря, Балхаша и ряда крупных рек из-за заборов большого количества воды на поливное земледелие;

- способствует образованию смогов в городах;

- по своей вине вызывает возникновение лесных и торфяных пожаров;

- губит природу применяя оружие массового поражения (атомные взрывы в Хиросиме и Нагасаки, применение напалма и химического оружия в Сев.Корее и во Вьетнаме);

- в последнее время обеспечил возможность вызова искусственных цунами посредством ядерных подводных взрывов.

Вообще, почти любая техногенная деятельность человека (создания очистных сооружений и строительства берегоукрепительных сооружений) приводит к вредному воздействию ее (техногенной деятельности) на биоту и окружающую среду. Это проявляется в нарушении ландшафтов, загрязнении почв, воды и воздуха, деформации биоценозов и, как следствие этого, в ухудшении условий обитания и хозяйствования человека.

Поэтому, с середины прошлого столетия многие промышленно развитые страны стали принимать меры и заключать договоры (соглашения) по снижению интенсивности техногенного воздействия на биоценозы.

Международные договоры и соглашения с участием Минприроды России о снижении техногенного воздействия на биоценозы и окружающую среду:

1946 – Международная конвекция по регулированию китобойного промысла (Вашингтон);

1971 – Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц (Рамсорская конвекция);

1972 – Конвенция о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондонская конвекция);

1973 – Соглашение о сохранении белых медведей (Осло);

1973 – Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящихся под угрозой исчезновения (Вашингтон);

1979 – Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева);

1987 – Венская конвенция об охране озонового слоя и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой;

1992 – Конвенция по защите морской среды р-на Балтийского моря;

1992 – Конвенция по защите Черного моря от загрязнения;

1994 – Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием;

1999 – Соглашение о взаимодействии стран СНГ в области экологии и охраны окружающей среды.

С середины 70-ых годов появились статьи, а затем и монографии о воздействии геологических работ на окружающую среду.

Затем появились нормативные документы, определяющие задачи и методику проведения экологических исследований при проведении геологических, а также гидрогеологических и инженерно-геологических работ различного масштаба.

В 1982 г вышли **Временные требования по изучению воздействия поисковых и разведочных работ на состояние окружающей среды** (возможно, под авторством ВСЕГИНГЕО – Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии). Потому, что ВСЕГИНГЕО курирует проведение гидрогеологических и инженерно-геологических работ на территории страны, а именно эти работы связаны с изучением состояния и гидродинамики подземных вод (гидрогеология) и свойств и состояния грунтов (инженерно-геологические работы) – практически 2 составных части из 3-х, составляющих окружающую среду.

В 1990 году вышли Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50 000 – 1:25 000 под авторством ВСЕГИНГЕО и Мингео СССР.

Требования к гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 с эколого-геологическими исследованиями и картографированием (ГГ-ЭГИК). М., 1995.

Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 – 1:100 000. М., Мингео СССР, 1990.

Цель и задачи геоэкологического картирования

Целью геоэкологического картирования является оценка экологического состояния определенных территорий (ПТК).

К основным задачам относятся:

• предварительная оценка экологического состояния и районирование территории России и крупных регионов;

• выделение районов с природным повышенным фоновым содержанием токсичных элементов;

• выявление техногенных факторов, воздействующих на геологическую среду, и оценка характера их влияния;

• изучение, оценка и прогноз техногенных изменений;

• обоснование мероприятий по рациональному использованию недр и размещению стационарной сети по наблюдению и контролю;

• выделение территорий для более детальных исследований;

• детальное изучение конкретных объектов.

В зависимости от задач геоэкологических исследований и размеров охватываемой ими территорий исследования проводятся в разных масштабах.

Мелкомасштабные исследования (1:1000000 - 1:500000) выполняются при изучении глобального и регионального фонового состояния геологической среды, характера нарушения ландшафта[1].

Среднемасштабные исследования (1:200000 - 1:100000) проводятся при изучении состояния и изменения геологической среды в районах с напряженной экологической обстановкой и определения участков для постановки крупномасштабных работ.

Крупномасштабные исследования (1:50000 - 1:25000) проводятся в районах экологического бедствия, прилегающих к промышленным комплексам и промышленно-городским агломерациям.

Детальные исследования (1:10000 и крупнее) – для изучения конкретных объектов, вызывающих техногенное воздействие на окружающую среду и биоту.

1 Виды техногенного воздействия на экосистемы

Под техногенным (антропогенным) воздействием понимают различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности нагрузки, оказываемые на природные среды и биоту, производственно-хозяйственной деятельностью человека. Следует напомнить, что техногенное воздействие — продукт цивилизации, а его специфика и масштабы формировались и изменялись одновременно с развитием общества и достигли максимума на современном этапе, создав реальные предпосылки экологического кризиса.

Влияние техногенеза на окружающую среду следует рассматривать с точки зрения изменения ее вещественно-энергетического баланса, а следовательно, и экологических функций. При этом следует различать воздействия техники целенаправленные и стихийные, возникающие при нарушении технологии строительства и эксплуатации.

Основная таксономическая единица классификации техногенных воздействий (Табл. 71) — классы — выделяются по природе (механизму) техногенного воздействия: физическое, физико-химическое, химическое и

биологическое с выделением в составе первого подклассов по конкретным физическим полям (термическое, радиационное, электромагнитное и др.).

Классы и подклассы воздействий разделены на типы воздействий, которыевыделены по признаку «прямого» и «обратного» действия (например, повышение-снижение, аккумуляция-эрозия, нагревание-охлаждение и т. д.).Типы воздействий разделены на виды по конкретному техногенному влиянию, связанному с определенной группой источников воздействия (например, отсыпка терриконов, отвалообразование — шахты, рудники, ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС и т. д.). Видовое техногенное воздействие

[1] Ландшафт – единая территория с однотипным рельефом, геологическим строением, климатом, общим характером поверхностных и подземных вод, закономерным сочетанием почв, растительных и животных сообществ.

характеризуется количественными показателями, отражающими его специфику.

С экологических позиций важно, что в рассматриваемой классификации таксоны и признаки их выделения не зависят от масштабного уровня исследования. Это позволяет по единому признаку оценивать экологические последствия техногенных воздействий на природнотехнические комплексы (ПТК) от локального до планетарного уровней.

Первый класс техногенных воздействий на окружающую среду объединяет ***воздействия физической природы.*** Это самый большой и разнообразный класс, состоящий из шести подклассов.

К подклассу ***механического воздействия*** относятся техногенные воздействия на окружающую среду, оказываемые механическим путем без применения гидромеханизмов. Механическое воздействие передается на породы, рельеф и влияет на некоторые геодинамические процессы, но не передается непосредственно на подземные воды.

К подклассу ***гидромеханических воздействий,*** в отличие от предыдущего, относятся механические воздействия, осуществляемые с помощью гидромеханизмов. Эти воздействия также в основном передаются непосредственно на породы, рельеф и связаны с геодинамическими, но не передаются непосредственно на подземные воды.

Подкласс ***гидродинамических воздействий*** объединяет собственно гидродинамические воздействия на подземные воды на их гидродинамический режим. Воздействия этого подкласса влияют как на вещественные компоненты геологической среды (горные породы и подземные воды), так и на геодинамические процессы. При этом изменения рельефа проявляются как следствие этих воздействий в результате активизации геодинамических процессов.

Экологические последствия, связанные с этими тремя подклассами воздействия, достаточно близки между собой, так как объединены рамками ресурсной и геодинамической составляющими экологических функций литосферы, ее экологическими свойствами. Экологический диапазон последствий весьма широк и охватывает:

- воздействие на человека через снижение комфортности проживания, а иногда и с необходимостью отселения и даже гибелью людей при деформации и разрушении зданий, горных выработок и крупных инженерных сооружений;

- воздействие на диких животных, приводя к их гибели или миграции в более спокойные места обитания;

- потери минерально-сырьевых ресурсов, снижение качества и площадей ресурса геологического пространства — важнейших факторов, определяющих стабильность функционирования экосистем высокого уровня организации.

Подкласс ***термических техногенных воздействий*** обусловлен действием тепловых полей, а точнее — их отклонениями от природного

фона. Термическое техногенное воздействие вне криолитозоны в основном влияет непосредственно лишь на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды, и в меньшей мере — на рельеф и геодинамические процессы. В пределах же криолитозоны это воздействие оказывается одним из ведущих, существенно влияющим на все без исключения компоненты геологической среды, включая рельеф и различные геодинамические процессы. По сути этим определяется спектр и территориальная приуроченность **экологических последствий**, чаще всего приводящая к снижению комфортности проживания населения, трансформации биогеоценозов, изменению качественных и количественных характеристик ресурса геологического пространства.

К подклассу ***электромагнитных техногенных воздействий*** относятся воздействия, осуществляемые под действием электрических, магнитных или электромагнитных полей. Электромагнитные воздействия влияют непосредственно лишь на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды, и не влияют на рельеф и геодинамику территории. В **экологическом отношении** последствия воздействия этих полей, а точнее их аномальных значений, достаточно серьезны. Они приводят к рассогласованию ритмов головного мозга у человека и нарушению его психической функции, а также разрушению иммунной системы, т. е. непосредственно влияют на здоровье людей и условия их существования. Для урбанизированных территорий стал актуальным вопрос о регламентации мощности и режима работы электромагнитных излучателей.

Подкласс ***радиоактивных воздействий*** объединяет воздействия, вызванные радиацией. Они не оказывают влияния на рельеф и геодинамические процессы, а влияют только на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды. **Экологическими последствиями** этих воздействий являются онкологические заболевания, лучевая болезнь, мутагенные изменения, т. е. факторы, определяющие не только здоровье, но и саму возможность существования человека. Одновременно аномалии радиационных полей резко ухудшают качество ресурса геологического пространства («Чернобыльский след»). Установлено, что с радиационными полями повышенной активности (дозы излучения) связаны аномалии в развитии растительности (явления гигантизма ягод, грибов и др.).

Во ***второй класс*** объединены техногенные воздействия ***физико-химической природы,*** т. е. воздействия, обусловленные различными поверхностными физико-химическими явлениями и поглотительной способностью пород (адсорбцией, диффузией, осмосом, капиллярными явлениями и т. д.). Поэтому воздействия данного класса влияют лишь непосредственно на вещественные элементы геологической среды. Здесь выделяются такие типы воздействий, как гидратное, осуществляемое за счет техногенной гидратации или дегидратации пород, кольматирование пород, выщелачивание и ионообменное воздействие.

Экологические последствия этих воздействий связаны в основном с изменением качества геологического пространства, причем как в сторону повышения, так и снижения. Процессы выщелачивания, например, серы могут влиять на ресурсы минерально-сырьевой базы и снижение комфортности проживания населения.

Третий класс включает в себя воздействия ***химической природы,*** обусловленные химическим взаимодействием различных веществ и компонентов геологической среды — пород и подземных вод. Воздействия этого класса влияют лишь на вещественные компоненты геологической среды и не влияют непосредственно на рельеф и геодинамические процессы. В этом классе выделяются три типа техногенных воздействий — химическое загрязнение, химическая очистка и химическое закрепление массивов горных пород.

Экологические последствия ***химического загрязнения*** связаны со специфическими формами заболевания населения (гипер- и гипоэлементозы, нарушения функции гомеопатической регуляции организма с развитием мутаций и другими тяжелыми последствиями), а в целом приводят к патогенезу живых организмов. С ореолами техногенного загрязнения связано и резкое ухудшение качества ресурса геологического пространства, а иногда и потеря его на длительное время. С ***химической очисткой*** и ***закреплением массивов горных пород*** связано улучшение качества жизни и улучшение качества ресурса геологического пространства.

В ***класс биологических воздействий*** объединяются техногенные воздействия биологической, точнее, микробиологической природы, которые произвольно или непроизвольно вызываются человеком. Биологические техногенные воздействия оказывают влияние только на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды, — и не влияют непосредственно на рельеф и геодинамические процессы. Среди них выделяются два типа воздействий — биологическое загрязнение и очистка компонентов геологической среды.

Таблица 71. Классификация техногенных воздействий на литосферу (по В. Т. Трофимову, В. А. Королеву и А. С. Герасимовой)

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды*						Разновидности воздействия	Показатели воздействия, единицы измерения	Потенциальные источники воздействия	Экологические последствия воздействия
				П	Г	И	В	Р	Д				
Физическое воздействие	Механическое воздействие	Уплотнение	Статическое (гравитационное)	П	Г	И	—	—	—	Выделяются по признакам: 1) времени: постоянные, временные; 2) размера: точечные, линейные, площадные, объемные; 3) положения: наземные, подземные; 4) обратимости: обратимые, необратимые; 5) цели: стихийные, целенаправленные; 6) интенсивности: низкой, средней, высокой	Давление, Мпа. Амплитуда, мм. Частота, Гц. Уд. энергия, Вт/м^2	Здания, сооружения	Снижение комфортности проживания, вынужденная миграция ряда животных, трансформация биоценозов
			Виброуплотнение	П	Г	И	—	—	Д			Вибромеханизмы	
			Укатывание	—	—	—	—	—	—			Автотранспорт, катки	
			Трамбование	П	Г	И	—	—	—				
			Взрывоуплотнение	П	Г	И	—	—	Д			Взрывы	
		Разуплотнение	Статическая разгрузка	—	Г	И	—	Р	Д		То же	Шахты, полости, котлованы. Взрывы	Изменение качества ресурса геологического пространства, снижение комфортности проживания
			Динамическая разгрузка	—	Г	И	—	Р	Д				
		Внутреннее разрушение массива	Бурение	—	Г	И	—	—	—		Глубина скважин, м. Работа. Мощность. Уд. энергия, Вт/м^2	Буровые скважины. Горные комбайны. Горные выработки. Карьеры, разрезы. Шахты, штольни. Взрывы	Снижение комфортности проживания, трансформация природных экосистем, изменение качества ресурса геологического пространства, снижение минерально-сырьевого ресурса территории, трансформация плодородия почв
			Дробление	—	Г	И	—	—	—				
			Фрезерование	—	Г	И	—	—	—				
			Откалывание	—	Г	И	—	—	—				
			Рытье, экскавация	П	Г	И	—	—	—				
			Взрывное разрушение	—	Г	И	—	—	Д				
			Распахивание, культивация	П	—	—	—	Р	—			Агротехническая деятельность	
		«Аккумуляция» рельефа	Отсыпка терриконов	—	—	И	—	Р	Д		Коэффициент измененности ед. Уд. энергия, Вт/м^2	Шахты, рудники, ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС. Комбинаты обогатительные. Строительство	
			Отвалообразование	—	—	И	—	Р	Д				
			Создание насыпей	—	—	И	—	Р	Д				
			Создание дамб	—	—	И	—	Р	Д				
		Планировка рельефа	Строительная планировка	П	Г	И	—	Р	Д		То же	Строительство	Улучшение качества ресурса геологического пространства, улучшение комфортности проживания
			Дорожная планировка	П	Г	И	—	Р	Д				
			Рекультивация	П	Г	И	—	Р	Д			Объекты рекультивации	
			Террасирование склона	—	Г	—	—	Р	Д			Объекты мелиорации	

Продолжение ➦

Таблица 71 (*продолжение*)

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды*						Разновидности воздействия	Показатели воздействия, единицы измерения	Потенциальные источники воздействия	Экологические последствия воздействия
				П	Г	И	В	Р	Д				
		«Эрозия» рельефа	Формирование выемок	П	Г	И	–	Р	Д	–	То же	Карьеры, разрезы	Снижение качества и потеря ресурса геологического пространства, снижение комфортности проживания. Перенос населенных пунктов, отдельных зданий и сооружений
			Рытье каналов, котлованов, разрезов	П	Г	И	–	Р	Д			Котлованы, каналы	
			Подрезка склонов	–	Г	–	–	Р	Д			Дорожное строительство	
			Образование мульд проседания и опускания	П	Г	И	–	Р	Д			Шахты, рудники	
	Гидромеханическое воздействие	Гидроаккумуляция рельефа	Гидронамыв дамб, плотин	–	–	И	–	Р	Д	–	То же	Строительство ТЭЦ, ТЭС. Хвостохранилища. Шламонакопители	Снижение и потеря ресурса геологического пространства
			Намыв золоотвалов	–	–	И	–	Р	Д				
			Намыв насыпей, массивов	–	–	И	–	Р	Д				
		Гидроэрозия рельефа	Гидроразмыв массивов	–	Г	И	–	Р	Д	–	То же	Карьеры, разрезы. Драги. Водозаборы, подземное выщелачивание	Снижение и потеря ресурса геологического пространства. Снижение комфортности проживания, деградация ландшафта
			Просадочно-суффозионное воздействие	П	Г	И	В	Р	Д				
	Гидродинамическое воздействие	Повышение напора	Нагнетание, инъекция	–	–	–	В	–	–	–	Изменение напора, уровня влажности. Уд. энергия, Вт/м^2	Закачки, сбросы. Утечки, промстоки. С/х поливы, гидромелиорация	Изменение качества ресурса геологического пространства, изменение условий питьевого водоснабжения (качества жизни), трансформация растительного покрова
			Подтопление	–	Г	И	В	–	Д				
			Орошение	П	Г	И	В	–	Д				
		Снижение напора	Откачки	–	–	–	В	–	–	–	То же	Водозаборы. Объекты мелиорации	Изменение качества ресурса геологического пространства и комфортности проживания
			Дренирование	П	Г	И	В	–	Д				
			Осушение	П	Г	И	В	–	Д				
	Термическое воздействие	Нагревание	Кондуктивное (до 100 °С)	П	Г	И	В	–	–	–	Температура, термический градиент град/м. Уд. энергия, Вт/м^2	Домны, ТЭЦ,АЭС, ТЭС, ГРЭС, горячие цеха. Подземная выплавка серы, газификация углей. Объекты технической мелиорации. Полигоны ТБО	Снижение комфортности проживания, трансформация биоценозов, потеря ресурса геологического пространства. Изменение качества геологического пространства

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды*						Разновидности воздействия	Показатели воздействия, единицы измерения	Потенциальные источники воздействия	Экологические последствия воздействия
				П	Г	И	В	Р	Д				
Радиационное воздействие			Конвективное (до 100 °С)	П	Г	И	В	—	—	—		—	—
			Обжиг (более 100 °С)	—	—	—	—	—	—				
			Плавление	—	Г	И	—	—	—				
			Термическое упрочнение	—	Г	И	—	—	—				
		Охлаждение	Биохимическое	П	Г	И	В	—	—				
			Кондуктивное	—	Г	И	В	—	—	—	То же	Холодильники. Закачки растворов. Объекты технической мелиорации	Изменение качества геологического пространства
			Конвективное	—	Г	И	В	—	—				
			Замораживание	П	Г	И	В	—	—				
	Электромагнитное воздействие	Стихийное	Наводка электрических полей	П	Г	И	—	—	—	—	Напряженность В/см. Плотность, А/м^2	ЛЭП, линии железных дорог, метрополитен, линии трамваев, троллейбусов, электросети	Нарушение функций головного мозга и психики людей, разрушение их иммунной системы. Прямое воздействие на здоровье человека
		Целенаправленное	Электрообработка	—	Г	И	—	—	—	—	То же	Объекты технической мелиорации	Изменение качества ресурса геологического пространства
			Электроосмос	П	Г	И	В	—	—				
			Электролиз	—	Г	И	В	—	—				
			Электросиликатизация	—	Г	И	—	—	—				
		Загрязнение	Короткоживущее радионуклидное	П	Г	И	В	—	—	То же и по виду радионуклидов	Радиоактивность мР/час, мР/час — м^2 Б/кг(л)	Ядерные взрывы. Выбросы АЭС. Склады радиоактивных веществ, АЭС, заводы по переработке радиоактивных веществ	Лучевая болезнь, онкология, трансформация биоценозов, изменение качества, длительная потеря ресурса геологического пространства
			Долгоживущее радионуклидное	П	Г	И	В	—	—				
		Очистка (дезактивация)	Химическая	П	Г	И	В	—	—	—	То же	Объекты дезактивации и реабилитации	Улучшение качества ресурса геологического пространства
			Электрохимическая	П	Г	И	—	—	—				
			Биологическая	П	Г	И	В	—	—				
			Механическая	П	Г	И	—	—	—				

Продолжение

Таблица 71 (*продолжение*)

Класс и подкласс воздействия	Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды*						Разновидности воздействия	Показатели воздействия, единицы измерения	Потенциальные источники воздействия	Экологические последствия воздействия
			П	Г	И	В	Р	Д				
Физико-химическое воздействие	Гидратное	Капиллярная конденсация	П	Г	И	–	–	–	То же, как среди физических воздействий	Градиент влажности	Асфальтовые покрытия. Дренажные системы	Изменение качества ресурса геологического пространства
		Дегидратация (сушка)	П	Г	И	–	–	–				
	Кольматирование	Физическое	П	Г	И	–	–	–		Объем кольматации, $м^3$	Объекты технической мелиорации	Улучшение качества ресурса геологического пространства
		Физико-химическое	П	Г	И	–	–	–				
	Выщелачивание	Прямое	–	Г	И	В	–	–		Уд. энергия, $Вт/м^2$	Объекты выщелачивания	Изменение качества ресурса геологического пространства, снижение минерально-сырьевого ресурса
		Диффузное	–	Г	И	В	–	–				
	Ионообменное	Солонцевание	П	Г	И	–	–	–		Емкость обмена, мг-экв/100г	Мелиорация земель	Улучшение качества ресурса геологического пространства
		Собственно ионно-обменное	П	Г	И	–	–	–				
Химическое воздействие	Загрязнение	Фенольное, хлорфенольное	П	Г	И	В	–	–	То же	Концентрация загрязнителя, мг/г, $мг/м^2$. Превышение ПДК. Объемная скорость массопереноса, $г/с\text{-}м^2$	Химические фабрики. Фермы, поля орошения. Склады отходов. С/х деятельность. Транспорт, выбросы. АЗС, нефтехранилища. Кислотные дожди. Предприятия, стоки. Внесение удобрений, промстоки	Повышение заболеваемости населения ноозологическими видами болезней. Деградация, возможная гибель живых организмов и флоры, потеря качества ресурса геологического пространства
		Нитратное	П	Г	И	В	–	–				
		Пестицидное	П	Г	И	В	–	–				
		Гербицидное	П	Г	И	В	–	–				
		Тяжелыми металлами	П	Г	И	В	–	–				
		Углеводородное	П	Г	И	В	–	–				
		Кислотное	П	Г	И	В	–	–				
		Щелочное	П	Г	И	В	–	–				
		Засоление	П	Г	И	В	–	–				
	Очистка	Нейтрализация	П	Г	И	В	–	–		То же	Мелиорация земель	Улучшение качества ресурса геологического пространства
		Рассоление	П	Г	И	В	–	–				
		Разбавление	П	Г	И	В	–	–				

Класс и подкласс воздействия	Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды*						Разновидности воздействия	Показатели воздействия, единицы измерения	Потенциальные источники воздействия	Экологические последствия воздействия
			П	Г	И	В	Р	Д				
	Закрепление массивов	Цементация	–	Г	И	–	–	–	–	Объем закрепления, $м^3$	Объекты технической мелиорации	Изменение качества ресурса геологического пространства
		Силикатизация	–	Г	И	–	–	–				
		Битумизация	–	Г	И	–	–	–				
		Смолизация	–	Г	И	–	–	–				
		Известкование и др.	П	Г	И	–	–	–				
Биологическое воздействие	Загрязнение	Бактериологическое.	П	Г	И	В	–	–	То же и по виду микроорганизмов	Превышение ПДК, уд. скорость переноса	Свалки ТБО. С/х фермы, склады. Силосные ямы. Канализация	Дискомфортность проживания населения, желудочные инфекционные заболевания, долговременные потери качества ресурса геологического пространства
		Микробиологическое	П	Г	И	В	–	–				
	Очистка	Стерилизация	П	Г	И	В	–	–		То же	Объекты очистки	Улучшение качества ресурса геологического пространства

Примечание. * Указаны компоненты геологической среды, на которые потенциально может передаваться данный вид техногенного воздействия: П – почвы; Г – горные породы; И – искусственные грунты; В – подземные воды; Р – рельеф; Д – геодинамические процессы.

В ***класс биологических воздействий*** объединяются техногенные воздействия биологической, точнее, микробиологической природы, которые произвольно или непроизвольно вызываются человеком. Биологические техногенные воздействия оказывают влияние только на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды, — и не влияют непосредственно на рельеф и геодинамические процессы. Среди них выделяются два типа воздействий — биологическое загрязнение и очистка компонентов геологической среды.

Экологические последствия биологических воздействий выражаются либо в увеличении заболеваемости людей инфекционными болезнями (***загрязнения***), либо в улучшении здоровья и качества жизни населения (***биологическая очистка*** компонентов геологической среды).

Поскольку в рассмотренной классификации типов техногенного воздействия на ОС рассмотрены лишь исходные «первичные» воздействия, а не каскадный эффект, который подлежит рассмотрению и по другим критериям, обусловленным всеми элементами (составными частями) ОС, то виды техногенного воздействия на ОС логично рассмотреть в связи с функционированием отдельных видов производств, составляющих все хозяйство страны.

2 Виды производств, воздействующих на экологические системы

Все виды хозяйственной деятельности, сопровождающей существование человека в настоящее время оказывают преимущественно негативное воздействие на окружающие и включающие их экологические системы. К негативно воздействующим на экосистемы производствам в первую очередь относятся: горнодобывающие, энергетические, промышленные, городские, транспортные и оборонно-промышленный комплексы, сельскохозяйственная деятельность, и даже мелиоративные работы.

2.1 Горнодобывающие комплексы.

Горнодобывающая деятельность человечества связана с разработкой всего комплекса месторождений полезных ископаемых (рудных, горючих, радиоактивных, нерудного сырья, подземных и др. вод). Однако в общем плане ее воздействие на геологическую среду лучше рассматривать не по типам минерального сырья, а по способам его разработки. Именно они определяют специфику техногенеза, связанную с горнодобывающей деятельностью.

Отличительной чертой ее воздействия на геологические структуры является высокая интенсивность, большая глубинность и многофакторность (изменения охватывают все компоненты литосферы — породы, подземные воды, газовую компоненту, геофизические поля). К основным факторам техногенного воздействия можно отнести: изъятие земельных угодий

сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования, загрязнение почв и горных пород верхних горизонтов земной коры отходами добычи или закачиваемыми растворами, формирование специфического техногенного рельефа горнодобывающих бассейнов, истощение водных ресурсов, изменение гидрогеологического и гидрологического режимов подземных и поверхностных вод, загрязнение подземных и поверхностных вод сточными и рудничными водами, так как около 80 % их сбрасывается неочищенными, загрязнение воздушного бассейна, а через него — снегового покрова, почв и горных пород на десятки километров от горнодобывающего предприятия. Вот несколько примеров.

2.1.1 Подземный тип разработки

Центральный Донбасс — площадь порядка 60 тыс. км^2, 300 действующих, отработанных и строящихся шахт глубиной 500-800 м и 24 шахты глубиной более 1 км (на конец 80-х годов XX в.). Более 25 % шахт сверхкатегорийны по метану. 1200 отвалов занимают площадь 5800 га; в них складировано более 2 млрд. т. породы. Из них — 350 отвалов перегоревших и 350 горящих. 73 обогатительные фабрики. Ежегодно извлекается 200 млн т угля, более 400 млн т породы, откачивается 0,5 км^3 подземных вод. Подработанные шахтами площади составляют порядка 4500 км^2, что составляет 8,25 % всей территории. В мелководные реки Донбасса сбрасывается 3 м^3/сут сточных вод, включая шахтные, что привело к химико-бактериальному загрязнению поверхностной гидросферы. Выпадение из сточных вод терригенных и карбонатных соединений приводит к заилению и обмелению рек и изменяет условия водообмена поверхностных и подземных вод. За счет шахтного водоотлива снижается уровень и сокращаются запасы основных водоносных горизонтов, ухудшая работу многих централизованных водозаборов. Породные терриконы подвержены самовозгоранию с выделением в атмосферу вредных газообразных веществ (диоксид серы, $C0_2$ и др.) и ветровому разносу аэрозолей и пылеватых частиц. В зоне подработок находится 120 городов, что обусловливает существенное повышение стоимости строительства зданий и сооружений. В промзоне участились случаи провалов поверхности. В городах отмечаются скопления газов в подвалах зданий.

При закрытой разработке месторождений происходит трансформация практически всех геодинамических экологических свойств литосферы. Прежде всего, речь идет об изменении пространственно-временной и интенсивностной неоднородности проявления природных геологических процессов. Характерной особенностью является ***возникновение новых геологических процессов техногенного генезиса,*** негативно влияющих на состояние экогеосистем, в первую очередь, условия труда и проживания человека. К их числу относятся: оседание земной поверхности (с разрывом сплошности и без нее), горные удары, провалы (а в условиях мноолетней мерзлоты — провальные озера и наледи), осушение и подтопление горнодобывающих территорий. Среди природных процессов, испытывающих

активизацию при подземных разработках месторождений, выделяются суффозионные и карстовые процессы. В последнее время появились отдельные публикации о повышении фоновой сейсмичности горнодобывающих территорий.

При закрытой разработке месторождений, так же как и в случае открытого способа, происходят ***изменения рельефа*** над горными выработками. При этом образуются как отрицательные, так и положительные (без учета отвалов пород) формы техногенного рельефа. Однако амплитуда высот техногенного рельефа при закрытом способе разработки значительно меньше.

Отрицательные формы техногенного рельефа связаны с***мульдообразными и провальными деформациями*** поверхности, которые четко скоррелированы с горногеологическими условиями месторождений и способами проходки горных выработок (табл. 77).

Ярким примером образования провалов над рудными месторождениями является район Нижнего Тагила, где подземные разработки железной руды ведутся более 260 лет на глубинах от 300 до 750 м. Здесь разработка Высокогорского рудника привела к провалу в отработанное пространство целой горы Высокая, правда уже в значительной мере отработанной карьером. Глубина провала местами достигает 70-80 м (Инженерная геология СССР, 1991).

Величины деформаций земной поверхности над горными выработками во многом обусловлены глубиной рудников, временем натурных наблюдений и технологией отработки руд. Проиллюстрируем зависимость мощности мульд оседания от глубины горных работ по отдельным рудникам на примере Талнахского рудного узла (см. табл. 77). Из-за глубокого залегания шахт (700-1500 м) и используемой технологии отработки минерального сырья над полем рудников «Октябрьский» и «Таймырский» сдвижений пород на поверхности в течение двадцатилетнего периода не наблюдалось, хотя над рудником «Маяк» более мелкого заложения (170-300 м) зафиксирована мульда оседания глубиной 1,5 м (Уткина, 1991). Сходные зависимости величины деформаций земной поверхности от глубины горных работ зафиксированы А. С. Зайцевым, Л. П. Грибановой и З. Г. Устиновой (1986) и на Нижнетагильском железорудном комплексе (рис. 94).

Провалы горных пород над выработками непосредственно влияют на условия жизнедеятельности и безопасность людей. Проиллюстрируем неблагоприятные экологические последствия провалов на примере Подмосковного буроугольного бассейна. Здесь случаи провалов отмечаются как над действующими шахтами, так и над пройденными более полувека назад. Экологическими последствиями этого процесса является потеря жилья, переселение, нарушение водоснабжения и вывод земель из сельскохозяйственного оборота. Некоторые примеры провалов пород с неблагоприятными экологическими последствиями в пределах Подмосковного буроугольного бассейна приведены в табл. 78.

Последствиями образования мульд оседания является ***переувлажнение почвы, заболачивание и заозеривание*** из-за повышения уровня грунтовых вод относительно опустившейся поверхности. Почвенный слой при этом теряет свои биологические свойства, снижается урожайность сельхозугодий, гибнут леса. Часть земельных угодий полностью выбывает из сельскохозяйственного оборота.

Время проявления неблагоприятных экологических последствий оседаний земной поверхности зависит от гидрогеологических особенностей разреза. Если техногенные опускания не затрагивают водоупоров, то деградация поверхностных фитоценозов происходит уже в период отработки подземных залежей. Для растений они связаны с уменьшением зоны аэрации и созданием условий анаэробиоза [2] в корнеобитаемом слое. Если же техногенные опускания затрагивают водоупоры, то прогиб земной поверхности в период эксплуатации месторождения может не иметь никаких негативных последствий с позиции водного питания фитоценозов. По окончании же горных работ в силу обратимости депрессионных процессов уровень воды во всех водоносных горизонтах восстанавливается, что приводит к формированию условий анаэробиоза корнеобитаемого слоя вплоть до заболачивания территорий. В этом случае неблагоприятные экологические последствия опускания земной поверхности смещаются на послеэксплуатационный период. В целом предел выживаемости растений по условиям водного питания наступает, когда техногенные опускания поверхности окажутся равными мощности зоны аэрации.

Деформация земной поверхности в криолитозоне нередко сопровождается образованием ***провальных озер.*** Их образование связано с повышением температуры пород, залегающих над горными выработками, до положительных значений. В результате многолетняя мерзлота протаивает над выработками, образуется техногенный талик, затем — провал, который заполняется поверхностными водами и атмосферными осадками.

Отепляющее воздействие на многолетнемерзлые породы оказывают дренажные воды шахт, поступающие на поверхность и срабатывающиеся в ручьи. Ручьи в зимний период полностью замерзают и образуются ***наледи.*** Указанные техногенные геологические процессы проявились в западных районах Хабаровского края при разработке Буреинского каменноугольного бассейна, где подземная добыча угля ведется с 1939 г. (Угольная база России, 1997).

Техногенные геологические процессы, трансформирующие геодинамические экологические свойства литосферы, возникают не только на земной поверхности, но и в ***глубине земных недр,*** где собственно и располагаются горные выработки и работающие в них люди. Речь идет о возникновении ***горных ударов,*** представляющих собой внезапное хрупкое разрушение напряженной части массива горных пород, прилегающей к подземной горной выработке. Горные удары чаще возникают на угольных

[2] Условия анаэробиоза подразумевают отсутствие почвенного воздуха.

шахтах, в них участвует упругая энергия пласта угля и энергия окружающих пород. На рудных месторождениях возникновение горных ударов связано с перераспределением тектонических напряжений в массиве горных пород. Их проявление можно рассматривать как способность литосферы к геодинамической самоорганизации и возврату в состояние динамического равновесия. Выбросы значительного количества породы в подземные выработки при горных ударах приводят к разрушению крепи, машин и оборудования, а также травматизму и даже гибели людей.

Горные удары проявляются на различной глубине — от 200 м (при разработке угольных месторождений) до 600 м (при разработке полиметаллических месторождений Дальнего Востока (Егоров и др.,1995).Частота горных ударов может достигать 60-70 ударов в год, как это отмечалось в 1954-1955 гг. на шахтах Кизеловского угольного бассейна. Резкое увеличение производственного травматизма при проявлении горных ударов на этой шахте поставил вопрос о закрытии ряда участков, хотя в недрах остались большие запасы угля (А. Т. Айруни).

Существенные изменения в характере проявления горного давления на глубине приводит к внезапным ***выбросам газов,*** сопровождающихся взрывом. Речь идет о проблеме метана угольных пластов (Малышев, 2000). Уголь представляет собой высокопористый сорбент, характеризующейся высокой способностью к обратимой (физической) адсорбции, т. е. концентрированию веществ из общего объема газовой фазы на своей поверхности. Условия накопления органических веществ и последующая геологическая обстановка, в которой создавалось угольное месторождение, определяют количество сохранившегося в угольных пластах метана. Система «уголь-метан» в пласте находится в состоянии неполного сорбционного равновесия, так что переход в другое состояние сопровождается выделением энергии в виде тепла и работы. Так, по данным Б. В. Лаптева, А. Н. Минькина и А. П. Перепелицына (2004), в результате горного удара, вспышки метана и угольной пыли на шахте «Комсомольская» (Воркутауголь) 15 июля 1998 г. пострадало восемь человек, а экономический ущерб составил 7,6 млн руб.

Еще одним техногенным геологическим процессом, изменяющим геодинамические экологические свойства литосферы, является ***осушение массивов горнодобывающих территорий*** в связи с шахтным водоотливом. Экологические последствия этого процесса негативно сказываются на эксплуатационных запасах пресных подземных и поверхностных вод многих регионов.

Эта проблема стоит особенно остро в Центрально-Черноземной зоне, где располагаются крупнейшие железорудные месторождения КМА. Значительное отрицательное влияние на водные ресурсы этого региона оказывают предприятия по подземной добыче руды Старооскольского месторождения, где ежегодно откачивается около 81 млн $м^3$ дренажных и рудничных вод, а используется только 50 %. Осушение подземных выработок привело к изменению поверхностного стока р. Осколец,

являющейся в естественных условиях базисом дренажа подземных вод. В настоящее время на протяжении 10 км река находится в «подвешенном» состоянии, теряя на этом участке около 30 % своего расхода (Инженерная геология СССР, 1991). В целом ресурсы подземных вод в Старооскольском районе снизились до 90 тыс. $м^3$/ сутки.

Перейдем к рассмотрению ***природных геологических процессов, трансформирующихся в процессе подземной разработки ископаемых.*** Изменение гидрогеологических условий при подземной разработке месторождений неизбежно вызывает ***активизацию карста в областях его развития.*** Особенно сильное оживление карстовых процессов отмечается в зонах развития быстрорастворимых пород, например на участках затопленных соляных шахт. Активизация карста связана с выщелачиванием целиков каменной соли подземными водами и сопровождается обрушением или плавной просадкой пород над солевой толщей.

Изменение режима подземных вод при подземной разработке полезных ископаемых из закарстованных пород с запечатанными карстовыми полостями обязательно приводит к интенсификации суффозионного процесса, распечатыванию полостей и проявлению крупномасштабных провальных явлений (Североуральск, Соликамск).

Ветровой разнос газопылевых аэрозолей достигает 400 тонн в год с одного породного отвала. А учитывая, что в Донбассе их более 1200 при радиусе разноса до 10 км, можно говорить о региональном площадном загрязнении территории (почв, снегового покрова, поверхностных вод).

2.1.2 Открытые разработки

Примером ***открытых горных разработок я***вляются Михайловская и Старооскольская группа железорудных месторождений, разрабатываемых карьерным способом. Глубина карьеров от 80 до 500 м. С их эксплуатацией связаны две основные проблемы — долговременное изъятие из оборота плодородных пахотных земель и истощение эксплуатационных запасов пресных подземных вод. Масштабы первой можно оценить по Михайловской группе месторождений, где под внешние многоярусные отвалы объемом 500 млн $м^3$ занято 75 $км^2$ территории, которая ежегодно возрастает на 2,5 $км^2$. Примерно такая же площадь занята под собственно карьерные разработки и ГОКи.

Последствиями проявления таких оползней является снижение комфортности проживания населения в связи с приостановкой работ, травматизмом и даже гибелью людей. Так, угроза схода оползня объемом 700-800 млн $м^3$ с левого борта долины р. Ахангаран в пределах действующего Ангренского угольного месторождения (Узбекистан) вызвала необходимость переноса части пос. Ташикташ с населением свыше 20 тыс. человек (Оползни и сели, 1984).

Особый интерес представляют антропогенные ***обвалы*** терриконов в Хибинах (Инженерная геология СССР, 1978). В условиях севера сильно заснеженные (20-40 % и более объемного содержания снега)

крупнообломочные отвалы смерзаются зимой и поэтому обрушаются редко. Зато весной при достижении положительных температур воздуха обвалы обрушаются чаще. Обводненные при таянии снега горные массы могут перемещаться на более длинные расстояния и поэтому особенно опасны для человека.

Кроме трансформации склоновых процессов при карьерных разработках меняют свою интенсивность и другие экзогенные геологические процессы, такие как абразия и аккумуляция. Нарушение естественного режима последней на морских побережьях при карьерных разработках в прибрежно-морской зоне постоянно фиксируется исследователями. Так, одной из причин ***размыва пляжа*** в Пицунде являлась разработка в течение 20 лет карьера строительных материалов в низовьях р. Бзыбь, наносами которой ранее был образован пляж Пицунды. Другим примером пагубного влияния карьерных разработок на стабильность морских берегов является район Анапа-Туапсе, где в послевоенный период вплоть до 1962 г. велась организованная добыча песка и гальки непосредственно с пляжа. В результате изъятия наносов за два-три десятилетия ширина пляжей уменьшилась в Сукко и Ю. Озерейке вдвое, в Дивноморском — на 75 %, в Архипо-Осиповке и в бухте Песчаная — на 50 %. Изъятие песка и гальки в этом районе исчислялось сотнями тысяч кубометров ежегодно. Добыча 1 млн $м^3$пляжевого материала в природных условиях данного района равносильно уничтожению пляжа длиной примерно 30 км (Геоэкология шельфа и берегов морей России, 2001). Экологическим следствием этого процесса является ухудшение условий отдыха населения в рекреационной зоне.

Выветривание пород в отвалах приводит к их дезинтеграции, ветровому и эрозионному разносу. Трансформация процессов ***дефляции*** наблюдалось при формировании высоких и сверхвысоких (более 100 м) породных отвалов. В. Д. Горловым (1995) установлено, что скорость ветра на таких отвалах возрастает с высотой более чем в три раза, а удельная сдуваемость пыли увеличивается в 25 раз, что влечет неблагоприятные экологические последствия для всего живого. Подобные процессы иногда полностью выводят из сельскохозяйственного оборота прилегающие земли.

Плоскостному и ручейковому ***смыву*** подвергаются склоны отвалов. Для обозначения этого процесса введен специальный термин — ***ускоренная эрозия.*** В работах отечественных и зарубежных исследователей имеются количественные оценки этого процесса. Так, согласно Л. В. Моториной и В. А. Овчинникову (1975) на Кимовском и Ушаковском разрезах Тульского угольного бассейна модуль смыва с отвалов колебался от 1384 до 7959 $м^3$/га, (1991).

Вторая проблема, возникающая в связи с производством открытых горных работ на железорудных месторождениях связана с водоотливом из карьеров в объемах до нескольких тысяч $м^3$/час и развитием депрессионных воронок глубиной до 100 м и радиусом 30-40 км. В Михайловском районе в результате водоотлива прекратили действие ряд крупных водозаборов

(«Речица») и ряд водозаборных скважин колхозов. Эксплуатационные запасы подземных вод района уменьшились на 30 тыс. $м^3$/сут. Аналогичная картина в Старооскольском районе, где ресурсы подземных вод снизились на 90 тыс. $м^3$/сут. Изменился поверхностный сток р. Осколец (на участке в 10 км он теряет до 30 % своего расхода). В районах хвостохранилищ и гидроотвалов отмечается повышение уровня грунтовых вод, подтопление прилегающих территорий и загрязнение подземных вод.

Наряду с понижением уровня грунтовых вод в пределах многих горнодобывающих территорий наблюдается обратная картина – ***образование техногенных куполов растекания и подтопления территорий.*** Оба эти явления приурочены к породным отвалам и хвостохранилищам. В качестве примера можно привести Криворожский железорудный бассейн, где в районе хвостохранилища центрального ГОКа подъем уровня грунтовых вод с 1973 по 1985 г. составил 3,2 м, а в ряде случаев амплитуда подъема достигла 20 м при среднегодовой скорости порядка 0,5 м. Суммарная площадь подтопления достигла 30 $км^2$ (Инженерная геология СССР). Так, при отработке Николаевского карьера (Украина), где разрабатывались гипсы тортона, интенсивное развитие карста было вызвано прорывом в карьер р. Зубр, притока р. Днестр. Откачка воды из карьера вызвала снижение уровня грунтовых вод на 7,7 м вблизи карьера и до 2-3 м на площади, измеряющейся многими квадратными километрами. С ростом водоотлива непрерывно увеличивалось количество провальных и просадочных явлений (от 3 до 75 на $км^2$ в год). В результате провалов было выведено из строя 20 га пахотных земель, деформировано полотно железной дороги, разрушен газопровод и деформированы опоры ЛЭП.

Существенные трансформации геологических процессов происходят при карьерной разработке месторождений в криолитозоне. Например, при разработке Коршуновского железорудного месторождения на склоне северной экспозиции р. Коршуниха были созданы отвалы из шести ярусов высотой от 15 до 30 м, занимающие площадь 5 $км^2$ (Глобальные изменения природной среды (климат, водный режим), 2000). До создания отвалов в нижней части склона залегали линзы многолетнемерзлых пород мощностью от 6 до 18 м, приуроченные к глинистым элювиально-делювиальным и аллювиальным отложениям. Отсыпка отвалов способствовала формированию ***многолетней мерзлоты,*** мощность которой в настоящее время превышает 40 м. Образование толщи многолетнемерзлой породы и изменение температурного режима пород обусловило развитие и других геологических процессов. Вдоль фронтальной части у основания отвала наблюдаются выходы подземных вод в виде источников с дебитами от 0,2 до 10,3 л/с, с которыми в зимний период связано возникновение ***наледей*** и ***гидролакколитов.***

2.1.3 Дражные разработки

Они связаны с подводной разработкой россыпных месторождений и укладкой пустых пород в отвалы, проводимых на реках.

Дражные разработки приводят к формированию нового техногенного рельефа в речных долинах, уничтожению почв и растительности на большей части пойм, замутнению и нарушению гидрологического режима рек.

Особенно экологически опасна активизация ***эрозионных процессов*** в криолитозоне, где широко используются драги. Дражные разработки приводят к увеличению твердого стока рек в сотни раз выше фонового. Мутьевые потоки распространяются на 10-15 км от дражных полигонов (Природные опасности России. Геокриологические опасности, 2000). Так увеличение твердого стока рек в 1,5-2 раза выше его естественного значения в бассейнах рек Яны, Омолоя, Индигирки, Колымы и Алдана становится фактором экологического риска регионального масштаба. По данным Института биологических проблем Севера (г. Магадан), за 50 лет разработок россыпей в бассейне верховьев р. Колыма свыше 200 рек утратили свою рыбохозяйственную значимость, а экологический потенциал многих районов Магаданской области снизился на 40-50 %.

Таков набор основных техногенных изменений приповерхностной части литосферы, связанных с деятельностью горнодобывающей промышленности.

Таким образом, можно констатировать, что техногенное воздействие горнодобывающей промышленности на эколого-геологическую обстановку территории проявляется как в локальном, так и в региональном планах. Оно носит интенсивный и долговременный характер и приводит к изъятию из обращения обширных территорий, воздействуя на все компоненты геологической среды.

2.1.4 Скважинная разработка месторождений

Этот вид добычи газообразных и жидких полезных ископаемых подразумевает бурение скважин, улавливание поступающих через них флюидов и различные приемы активизации поступления их на поверхность. В настоящее время глубина откачки подземных флюидов (нефти, газа и подземных вод) достигла 6000-7000 м.

При скважинной разработке месторождений происходит трансформация практически всех геодинамических экологических свойств литосферы. В большей степени изменения касаются природных пространственно-временных и интенсивностных неоднородностей проявления геологических процессов, нарушения состояния их временного динамического равновесия, а также каскадности проявления процессов.

Скважинная добыча полезных ископаемых, так же как открытый и закрытый способы разработки месторождений, изменяет природный рельеф, хотя в значительно меньшей степени. За счет откачки больших объемов флюидов происходят ***опускания дневной поверхности.*** Наиболее тщательно эти процессы изучены на нефтяном месторождении Уилмингтон (США, штат Калифорния). С 1938 по 1970 г. на месторождении было добыто 160 млн т нефти и 24 млрд $м^3$ газа. Уже через три года после начала эксплуатации началось опускание поверхности (рис. 96). В настоящее время просадки

земной поверхности фиксируются на всех крупнейших месторождениях углеводородов. Максимальное

Аварии на скважинах при разведке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений — явление далеко не редкое. Они происходят в силу геологических и технико-техно- логических причин, связанных в ряде случаев с проявлением геологических процессов. К геологическим причинам аварий на скважинах относятся изменение температуры, давления, набухание глинистых прослоев и др. Наиболее значительные аварии происходят при вскрытии пластов с аномально высоким пластовым давлением. Они представляют собой залповые выбросы жидких и газообразных углеводородов. По серьезности экологических последствий с такими авариями на скважинах могут конкурировать только инциденты, связанные с танкерной транспортировкой нефти. Отметим отдельно, что аварии на скважинах с возникновением нефтяных и газовых фонтанов по причине аномально высокого давления в межколонном пространстве происходят не только на эксплуатируемых, но и на заброшенных неликвидированных скважинах. Большая часть этих скважин в нашей стране пробурена в 1970-е гг. и располагается на территории Тюменской, Астраханской областей и Республики Коми.

Скважинпая добыча полезных ископаемых связана с двумя основными факторами дестабилизации геологической обстановки — локальным и региональным медленным опусканием земной поверхности на несколько метров, иногда с затоплением или подтоплением этой территории, а также локальным и региональным загрязнением подземных вод, а при аварийных выбросах — многих компонентов природной среды. Кроме того, искусственное поддержание пластового давления путем закачки в глубокие горизонты воды и реагентов приводит к заметным изменениям химизма подземных вод и нарушению гидрогеологического режима. Так, в Татарии разработка нефтяных месторождений с заводнением привела к осолонению вод в колодцах и родниках.

Бурение и откачка нефти и газа или, наоборот, закачка через скважины жидких промышленных отходов в верхние горизонты литосферы вызывают изменение ***сейсмической активности*** (табл. 80), провоцирующей негативные экологические последствия. В условиях нового напряженного состояния там, где природный потенциал невелик, возникают слабые и умеренные наведенные землетрясения магнитудой до 5, снижающие комфортность проживания населения, но не угрожающие жизни. Добыча нефти и газа в тектонически активных районах, в условиях совпадения места и времени добычи, может инициировать проявление сильных землетрясений с магнитудой выше 7. Примером сильных наведенных землетрясений при газодобыче являются Газлийские землетрясения в Западном Узбекистане: два из них магнитудой 7,0 и 7,3 произошли в 1976 г. и еще одно магнитудой 7,0 — в 1984 г. До эксплуатации месторождения район Газли считался слабосейсмичным и относился к зоне 7-балльных землетрясений. К моменту первого сильного землетрясения общее количество добытого газа составило

300 млрд $м^3$ (Природные опасности России. Сейсмические опасности, 2000). Газодобыча ускорила подготовку сейсмического очага. Всего в районе Газли за период с 1976 по 1990 г. произошло 11 землетрясений с магнитудой больше 5,0. Среди сильных землетрясений, связанных с добычей нефти и газа, следует назвать Кумдагское землетрясение 1983 г. магнитудой 6,0, которое произошло в Западной Туркмении спустя 20 лет после начала разработки нефтяного месторождения.

Со скважинной разработкой месторождений полезных ископаемых (МПИ) может быть связана интенсификация вулканической деятельности. Экологические последствия вулканизма на локальном уровне бывают как позитивными, так и негативными. Изучение свежих вулканических пеплов показало, что на их поверхности собирается большое количество подвижных фосфатов и реже калия, которые вызывают вспышку урожайности. Районы современного вулканизма отличаются необычайным гигантизмом в растительном мире, связанным с высокой гидрофильностью почвы, высокими питательными свойствами и благоприятным фильтрационным режимом. Негативные экологические последствия вулканизма, прежде всего, сводятся к возникновению непосредственной угрозе жизни.

Усиление негативного воздействия на экогеосистему за счет каскадности проявления геологических процессов может быть связано с техногенным карстом. Образование крупных карстовых полостей неизбежно приводит к падению пластового давления и просадкам толщ пород, которые могут распространяться до поверхности земли, вызывая образование неглубоких водоемов или способствуя заболачиванию горнодобывающих территорий. Синергетические эффекты геологических процессов, усиливающие неблагоприятные экологические последствия, описаны в криолитозоне.

2.2 Энергетические комплексы

Энергетические комплексы включают в себя три основных типа электростанций — тепловые, атомные и гидравлические, которые отличаются друг от друга не только способом получения электроэнергии, но и спецификой воздействия на геологическую среду.

2.2.1 Тепловые электростанции (ТЭС)

Производство электроэнергии на них с позиций техногенного прессинга на природную, в том числе и геологическую, среду следует рассматривать в локальном и региональном планах.

В локальном плане все ТЭС, работающие на твердом топливе, формируют золоотвалы, которые можно рассматривать как источники техногенного загрязнения, фактор отчуждения земель и формирования техногенного рельефа. В площадном отношении формирование золоотвалов не превышает единиц квадратных километров, определяя локальный уровень воздействия. Еще одной отличительной чертой ТЭС является потребление пресной и морской воды (порядка 66 % от общего отбора пресных вод

промышленностью), что свидетельствует о заметном воздействии ТЭС на водные ресурсы. Более детально все эти вопросы рассмотрены в соответствующих главах настоящей монографии.

Региональные, экологически неблагоприятные изменения геологической среды, а, следовательно, и трансформация экологических свойств литосферы, связаны с ее загрязнением диоксидом серы, оксидами азота и углерода. Соотношение токсинов регламентируется типом сжигаемого топлива, но в целом не меняет картины техногенного загрязнения природных сред (воздуха, снегового покрова, почв, горных пород, растительности). Суммарный годовой выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по оценкам В. Ф. Протасова (1999), порядка 4,4-4,6 млн т твердых веществ, или около 85-89 % от общих выбросов энергетических комплексов. При этом ореол загрязнения, или как его еще называют, «факельный след» на крупных ТЭС (Рефтинская в г. Асбест, Новочеркасск, Троицкая, Рязанская и др.) прослеживается по розе ветров на десятки и сотни километров. Так, газовое дыхание Канско-Ачинских ТЭС ощущается на удалении до 400 км. Отмеченная специфика ТЭС и позволяет говорить об их региональном техногенном воздействии.

2.2.2 Атомные электростанции (АЭС)

Как показал опыт их эксплуатации, оценка их воздействия на геологические структуры может осуществляться по двум возможным сценариям: проектному (штатному) и аварийному. Первый связан с необходимостью создания водохранилищ или их альтернативных замен в поставке больших объемов воды, и в этом случае техногенез проявляется в затоплении территории с потерей ресурса геологического пространства в десятки квадратных километров, т. е. носит локальный характер. Второй сценарий связан с радионуклидным загрязнением территории и носит региональный характер. Так, площадь «чернобыльского следа» по загрязнению почв цезием-137 охватывает часть территории Белоруссии, Украины и России общей площадью 17 880 км.

2.2.3 Гидроэлектростанции (ГЭС)

Создание водохранилищ при строительстве таких сооружений приводит к затоплению обширных равнинных территорий, переформированию берегов, а следовательно, к долговременной потере ресурса геологического пространства; подтоплению территорий с ухудшением качества геологического пространства и ряду других природных процессов, в той или иной мере влияющих на экологическую обстановку долинного комплекса. Это воздействие можно классифицировать как региональное для крупных водохранилищ и как локальное для средних и мелких. Так, региональные экологические последствия под воздействием крупных водохранилищ типа Рыбинского, Горьковского, Братского и др. характеризуются затоплением 3,2 млн га земель, из которых 1,4 млн га приходится на сельскохозяйственные угодья и около 1,2 млн га — на лесные

массивы. Под водой оказалось 3500 населенных пунктов, 138 городов и поселков городского типа, 400 промышленных предприятий, 500 км железных и около 4200 км шоссейных дорог (АвакянТя др., 1987).

Это позволяет констатировать, что водохранилища как непременный элемент всех гидроэлектростанций вызывают трансформацию ресурса геологического пространства и соответствующей экологической функции литосферы.

Своей спецификой обладают ГЭС, расположенные в горных районах. Связанные с ними водохранилища занимают значительно меньшие площади, здесь происходит незначительное развитие процессов переработки берегов и подтопления. Однако за счет высокого подпора (первые сотни метров) они представляют серьезную экологическую угрозу биоте, живущей ниже плотины, в случае прорыва последней, т. е. при аварийном сценарии оценки.

Техногенное вмешательство приводит к нарушению природных пространственно- временных и интенсивностных неоднородностей проявления геологических процессов, воздействующих на биоту, усилению воздействия на живые организмы за счет каскадности проявления этих процессов, к изменению напряженно-деформированного состояния литосферных блоков.

Начнем рассмотрение вопроса с изменения ***рельефа*** территорий при строительстве. Условно можно выделить качественные и количественные изменения рельефа. Качественные изменения касаются отторжения части суши и перехода ее в водное пространство за счет создания водохранилищ. Самыми крупными по площади являются равнинные водохранилища. Первое место среди них занимает водохранилище Вольта (Гана) площадью 8480 км^2, а второе — Куйбышевское (Россия) площадью 5900 км^2.

Количественные изменения касаются вертикальной деформации и осадки пород в основании плотин и водохранилищ. Анализ многолетних натурных наблюдений (от 5 до 25 лет) за скальными основаниями наиболее крупных бетонных плотин, построенных на территории бывшего СССР в различных геолого-геоморфологических условиях и имеющих широкий диапазон конструктивных особенностей, показывает, что в течение первых 4-8 лет после завершения строительства происходит интенсивная осадка плотин. По данным А. В. Количко, в ряде плотин (Саяно-Шушенская, Токтогульская, Андижанская) наблюденная суммарная осадка составляет 12-18 мм и не превышает расчетную. Однако у большинства высоких плотин (Ингури, Чиркейская, Усть-Илимская, Красноярская, Братская, Зейская, Нурекская) суммарная наблюденная осадка основания превышает расчетную более чем в два раза и составляет от 20 до 160 мм (табл. 82).

При строительстве гидроузлов возникают новые техногенные геологические процессы и активизируются природные. Трансформации геологических процессов имеют как позитивные, так и негативные последствия для биоты и прежде всего человека.

Самым экологически значимым техногенным геологическим процессом является длительное ***затопление долины реки.*** Оно вызывает

подъем уровня грунтовых вод (УГВ) на прилегающих к водохранилищу территориях. Все это имеет свои позитивные и негативные экологические последствия.

Позитивные экологические последствия подъема УГВ сводятся к повышению урожайности сельскохозяйственных культур в засушливых районах. Так, благоприятным для сельского хозяйства является создание каскада Волжских ГЭС и сокращение территорий с неустойчивым ведением земледелия.

Кроме того, известны отдельные случаи позитивного влияния затопления на здоровье населения. Положительные перемены произошли в паразитарной обстановке района после создания водохранилища Каинди в Африке (Водохранилища мира, 1979). До создания водохранилища этот район считался очагом онхоцеркоза — глазного заболевания, в результате которого 5,7 % живущего в этой зоне населения лишалось зрения. После заполнения чаши водохранилища резко сократились участки, подходящие для размножения (выплода) мошки — переносчика инфекций. В результате заболеваемость онхоцеркозом значительно сократилась, хотя численность населения увеличилась (вместо 10 прибрежных деревень появилось 70 новых поселений).

Основные негативные экологические последствия ***затопления*** обусловлены потерей земельных ресурсов, особенно в платформенных условиях. По данным Института сельскохозяйственных изысканий площадь затопленных земель по состоянию на 1982 г. составила в России — 4959,7, в Украине — 794,1, в Белоруссии — 45,5, в Латвии — 13,0, в Казахстане — 729,5 тыс. га. (В последние годы гидротехническое строительство на постсоветском пространстве практически не осуществлялось и данные по площади затопленных земель можно считать современными.)

Неблагоприятные экологические последствия затопления сводятся к необходимости переноса населенных пунктов со сложившейся системой расселения, социальной и производственной инфраструктурой. Так, при создании Куйбышевского водохранилища было переселено 150 тыс. человек, Кременчугского — 130, Рыбинского — 116, Братского — 68, Горьковского — 31, Новосибирского — 30, Усть-Илимского — 16 (Водохранилища мира, 1979).

Проиллюстрируем на основе данных Н. Н. Густокашина с соавторами (2000) неблагоприятные экологические последствия затопления долины р. Ангары при создании каскада водохранилищ (Иркутского, Братского и Усть-Илимского), заполненных в 50-70-е гг. XX в. К их числу, прежде всего, относится перенос населенных пунктов со сложившейся системой расселения, социальной и производственной инфраструктурой. В зону затопления ангарских водохранилищ попало около 350 населенных пунктов Иркутской области (в основном перенесенных или ликвидированных, реже перестроенных или защищенных), из которых переселено свыше 100 тыс. человек. При создании поселений на новых местах терялся эффект предыдущей освоенности и преемственности.

Затопление долины Ангары, а, следовательно, и наиболее плодородных земель вызывает трудности продовольственного снабжения населения за счет местных резервов. Ущерб сельскому хозяйству Иркутской области огромен: затоплено свыше 7 тыс. км^2 территории (около 1 % всей площади региона), а с учетом подпора уровня оз. Байкал общая площадь затопления (с Бурятией) составляет 8,4 тыс. км^2. Положение осложнилось тем, что в зону затопления попали наиболее плодородные сельскохозяйственные земли речных долин площадью 2,2 тыс. км^2 (около 10 % современного сельскохозяйственного фонда Приангарья). Под воду ушла, например, знаменитая «илимская пашня», уже в XVII в. обеспечивавшая хлебом всю Якутию. Компенсационное освоение новых земель было, во-первых, недостаточным (не реализован до конца даже пресловутый принцип «гектар за гектар»), во-вторых, оно осуществлялось преимущественно на таежных водораздельных пространствах, продуктивность которых в 2-4 раза ниже продуктивности потерянных долинных земель. Утрата наиболее ценных сельскохозяйственных угодий — одна из основных причин обострения продовольственной проблемы в Иркутской области.

При заполнении водохранилищ непоправимый ущерб нанесен лесным и охотничьим ресурсам области: из сельскохозяйственного оборота без всякой компенсации выведено около 5 тыс. км лесов с ценнейшей ангарской сосной, ягодами и грибами, кедровыми орехами и охотничье-промысловыми животными. Погребение почвенно-растительного покрова лишает биоту местообитания и тем самым уничтожает животный мир зоны затопления. Так, быстрая и чистая до зарегулирования Ангара претерпела кардинальные преобразования: на протяжении почти 900 км она превратилась в цепь малопроточных водоемов, где вследствие замедления водообмена (в целом более чем на два порядка), слабого перемешивания, гниения затопленной древесины резко снизилась самоочищающая способность водных масс. Из-за коренного изменения естественных условий воспроизводства рыб на Ангаре катастрофически (более чем в 15 раз) сократились запасы ценных видов (хариус, сиг, стерлядь, ленок, таймень и др.), а удельный вес в добыче упал с 55 % в реке до 1 % в водохранилищах.

Косвенно о масштабах экологических последствий затопления земель при создании каскада Ангарских водохранилищ можно судить по величине компенсационных сумм, выплаченных населению. Подавляющая часть компенсационных сумм (почти две трети) приходится на Братское водохранилище — самое большое в каскаде по затопленной площади, на втором месте находится Усть-Илимское, на третьем - Иркутское водохранилище. Сравнительно небольшие площади затопления Иркутским водохранилищем обусловили и его относительно незначительный вклад (2-3 %) в общий ущерб сельскому и лесному хозяйству в сравнении с другими водохранилищами. Однако удельный вес Иркутского водохранилища по компенсациям водному и рыбному хозяйству, населению и инфраструктуре довольно значителен (20-30 %), что связано в первом случае с существенным ущербом рыбным запасам, а во втором — с

большими потерями в социально-расселенческой сфере из-за затопления хорошо освоенного района с развитой инфраструктурой (перенос Транссибирской магистрали и т. д.). Наоборот, для слабо освоенной зоны затопления Усть-Илимского водохранилища компенсационные суммы населению и инфраструктуре относительно невелики: в пять раз меньше, чем для Иркутского водохранилища.

С созданием водохранилищ связано возникновение еще одного техногенного геологического процесса — ***подтопления территорий***: территория считается подтопленной, когда уровень грунтовых вод располагается на глубине меньше 1 м от дневной поверхности на сельскохозяйственных угодьях, меньше 2 м в сельских населенных пунктах и меньше 3 м в городах. Проблемы подтопления берегов, особенно равнинных водохранилищ, находятся в центре внимания экологической геодинамики. Нарушение водного режима приводит к существенным трансформациям растительности, включая луговые и лесные фитоценозы.

Изменения луговых фитоценозов в лесной и лесостепной зоне происходят при подъеме уровня грунтовых вод до отметок 0,6-1,0 м от дневной поверхности (Водохранилища и их влияние на окружающую среду, 1986). Изменения носят позитивный характер и связаны с увеличением числа видов гигромезофитов, усилением роста и густоты травостоя, повышения урожайности ряда злаков (овсяницы, тимофеевки) и некоторых бобовых. Общая наземная фитомасса увеличивается в 1,2-1,6 раза. Дальнейшее повышение УГВ до отметок 0,3-0,5 м от дневной поверхности приводит к ухудшению эколого-геологических условий произрастания: сокращается число прежних видов растений, выпадают мезофильные злаки и бобовые, поселяются гигрофиты (осоки, камыш, сабельник болотный), исходные фитоценозы деградируют, ухудшается видовой состав, а через 3-5 лет формируются новые сообщества (осоковые), снижающие кормовую ценность травостоев.

В лесных фитоценозах поднятие УГВ вызывает переувлажнение почв и дефицит в них кислорода, что ведет к отмиранию части корней деревьев, понижению продуктивности и даже гибели. Наименее устойчивы к новым гидрогеологическим условиям ель и пихта, лучше приспособлены ольха, береза, ясень, сосна. Если деревья ранее испытывали недостаток влаги и переувлажнение затронуло лишь нижнюю часть их корневой системы, прирост возрастает. В непосредственной близости от водоема изменение прироста наблюдается на 2-3-й год после его заполнения, на расстоянии 500-800 м, как показали наблюдения на берегах Рыбинского и Шекснинского водохранилищ, спустя 3-7 лет (Водохранилища и их влияние на окружающую среду, 1986).

Степень влияния подтопления на древесную растительность зависит от глубины залегания уровня грунтовых вод. В подзоне сильного подтопления (УГВ на глубине 0,1 -0,4 м) уже через 4-5 лет формируются новые типы леса, наблюдается изреживание и ветровал елей и сосен и замещение их березой, ивой, осиной. В подзоне умеренного подтопления (УГВ на глубине 0,6-1,1 м)

исходные типы леса в основном сохраняются, однако усиленно развиваются гигрофиты и гигромезофиты (в том числе зеленые мхи и некоторые злаки). В подзоне слабого подтопления (УГВ на глубине 1,5-2 м) тип леса, как правило, не изменяется.

Наполнение водохранилищ и неизбежное подтопление территорий существенно изменяют условия проживания населения. Процессы подтопления оказывают косвенное воздействие на состояние здоровья населения и носят, как правило, негативный характер.

С созданием водохранилищ связано возникновение таких новых геологических процессов с неблагоприятными экологическими последствиями, как ***переработка берегов*** и ***всплывание торфа*** при их заполнении. Из общей длины берегов водохранилищ в России близкой к 20 тыс. км, переработки подвергаются 40 % (Курбатова и др., 1997), и все они принадлежат крупным водохранилищам (Братскому, Вилюйскому, Волгоградскому, Горьковскому, Зейскому, Камскому, Красноярскому, Куйбышевскому Рыбинскому, Саяно-Шушенскому, Усть-Илимскому, Цимлянскому, Чебоксарскому и др.).

Процесс ***переработки берегов*** имеет сложный характер и включает множество процессов более низкого порядка, действующих в различных сочетаниях. Главным среди них является абразия, вызываемая динамическим воздействием ветровых волн. Среди других геологических процессов, играющих существенную роль в переработке, следует назвать выветривание, оползание, просадки и эрозию. Переработка берегов водохранилищ приводит к их разрушению и необратимому изъятию земель из пользования. Среди водохранилищ Европейской части страны наибольшей пораженностью переработкой характеризуются берега Куйбышевского (75 %), Волгоградского (72 %), Саратовского (70 %) и Горьковского (65 %) равнинных водохранилищ, расположенных в лесостепной и степной зонах).

Примерно такую же пораженность процессом (77 %) имеет побережье предгорного Красноярского водохранилища, осуществляющего многолетнее регулирование стока. Более 50 % берегов активно перерабатываются на Камском и Новосибирском водохранилищах. На других водоемах России берегоразрушения обычно проявляются менее чем на 40 % береговой линии.

Экологические последствия активизации таких геологических процессов, как карст, землетрясения, оползни, заиление носят исключительно негативный характер. Он проявляется, как правило, в снижении комфортности проживания человека, а в ряде случаев в возникновении угрозы его жизни.

Карст представляет собой совокупность геологических процессов, вызванных химическим растворением горных пород. Подъем уровня воды в водохранилищах резко увеличивает фильтрационные градиенты и усиливает фильтрацию. В этих условиях активизируются процессы растворения и выщелачивания пород движущимися подземными водами. Происходит образование пустот, каналов, пещер и других подземных полостей.

Не менее важные негативные экологические последствия активизации карста отмечаются на сельскохозяйственных угодьях. Так, создание Братского водохранилища вызвало суффозию, деформации и карстовые провалы в прибрежной полосе 50-100 м. В результате черноземы были выщелочены и вторично засолены с образованием корковых солончаков и с накоплением гипса, что обеспечило их деградацию (Горшков, 1998).

Большие изменения при создании гидроэнергетических комплексов претерпевает ***оползневой процесс.*** Так, при создании водохранилищ уровень воды в реках (Волга, Кама, Днепр, Днестр и др.) поднялся на 15-20 м. В результате оказались затопленными пойма и низкие аккумулятивные террасы, играющие роль контрфорсов и повышающие устойчивость склонов. В разрушение склонов включилась волновая абразия. Дополнительно на устойчивость склонов неблагоприятно влияют сработки уровня воды в водохранилище, что приводит к периодическому насыщению водой и осушению пород и ускоряет их выветривание. Кроме того, происходит изменение гидродинамического и гидростатического давления и, как следствие, напряженного состояния пород, что также снижает их прочность. В хвостовых частях водохранилищ сохраняются большие скорости течения в паводковый период, что вызывает боковую эрозию. В нижних бьефах плотин происходят постоянные попуски воды, что вызывает колебание уровня в реке до 3 м, а на некоторых узлах (Куйбышевский, Рыбинский) даже до 4,9 м, что влияет на устойчивость склонов (Инженерная геология СССР, 1991).

В целом количественный уровень произошедших оползней за последние 40 лет при некотором уменьшении количества строящихся гидроузлов и увеличении их размеров остается примерно постоянным. В среднем из-за оползней происходит три аварии в год. Масштабность оползней и экологические последствия их воздействия на биоту и человека определяются объемом перемещаемых грунтовых масс. Объемы оползней, вызвавших значительные аварии на гидротехнических сооружениях, составляют от 1 тыс. до 100 млн м горных пород. Наиболее часто сходят оползни объемом 1-10 млн $м^3$. Приуроченность времени проявления оползнеобразования к различным стадиям строительства и состояния откосов такова, что на этапе выемки котлована происходит 67 % оползней, при заполнении водохранилища — 15 % оползней, а на стадии эксплуатации гидроузла случается активизация 18 % оползней. Иногда оползни происходят через несколько лет после окончания строительства. Например, оползень на плотине Хейвейк (Япония) произошел через два года, а на плотине Джейс Каньон (США) — через пять лет после начала эксплуатации (Голубев, 1999). Инженерными последствиями проявления оползней, как правило, являются перенос створа плотин, изменение проектных решений, задержка сроков строительства и другие технические решения. Экологические последствия сводятся к перебоям в водоснабжении целых городов (Бухареста в Румынии в июле 1991 г.), эвакуации населения из опасной зоны нижнего бьефа плотины (80 тыс. жителей были эвакуированы в июле 1987 г. из долины ниже створа плотины Вальтеллина в Италии) и даже человеческим жертвам.

Еще одним природным геологическим процессом, трансформирующимся при создании водохранилищ, является ***заиление.*** Его длительность зависит от твердого стока реки, т. е. от количества взвешенных и влекомых частиц и от объема водохранилища. Данные о сроках заиления крупных водохранилищ базируются на расчетах и в некоторых случаях существенно отличаются. Например, по расчетам Г. И. Терентьева, заиление Чирюртского водохранилища на р. Сулак с средним многолетним твердым стоком 15,77 млн $м^3$/год наступит через шесть лет, а по расчетам института «Гидропроект» заиление строящегося Крапивинского водохранилища на р. Томь с средним многолетним твердым стоком 3,47 $м^3$/год может наступить через 3000 лет. Несмотря на существенную разницу в оценках скорости этого процесса, он, несомненно, идет и приводит к неизбежных негативным экологическим последствиям.

Илы, накопившиеся в водохранилище, можно рассматривать как источник органических удобрений для сельского хозяйства. В этом случае заиление водохранилищ будет иметь позитивные экологические последствия. По данным Г. П. Доложенко содержание органического вещества в донных осадках водохранилищ составляет (в %): Рыбинского — 30-35, Горьковского — 2-5, Киевского — 3,3, Кременчугского 2,9-5,2, Каховского — 3,3-5,5, Цимлянского — 1,5 % (Горшков, 1998). Однако илы далеко не каждого водохранилища могут быть использованы из-за загрязнения тяжелыми металлами и другими токсичными экологически опасными веществами.

Повышение сейсмической активности районов расположения гидроузлов можно рассматривать как результат нарушения временного динамического равновесия, а проявление наведенных землетрясений — как способность литосферных блоков к геодинамической самоорганизации.

Эффект «возбужденной сейсмичности», связанный с инициированием сейсмичности техногенными воздействиями, в литературе описан достаточно давно. На момент написания книги «Плотины и землетрясения» (Гупха, Растоги, 1979) среди сотни крупных водохранилищ только на 17 (Койна в Индии, Кариба в Замбии, Клемаста в Греции и др.) сейсмический процесс после их заполнения интерпретировался как «возбужденный». Основными причинами «возбужденной сейсмичности», по мнению исследователей, является возросшее порово-трещинное давление, вызывающее снижение прочности массивов пород по зонам разломов, и дополнительная пригрузка массой воды водохранилищ, изменяющая поле напряжений. Установлено, что возбужденная сейсмичность в большей степени зависит от высоты плотины, чем от объема водохранилища. Для плотин высотой более 90 м возбужденная сейсмичность отмечается в 10 % случаев, а для плотин высотой более 140 м — в 21 % случаев.

Последствия проявления «возбужденной сейсмичности» в районах расположения гидроэнергокомплексов для человека носят негативный характер. Снижается комфортность проживания населения. Известно, что сейсмические толчки в 5 баллов по шкале М8К-64 ощущаются всеми людьми

вне и внутри зданий, уже при толчках в 6 баллов люди пугаются и выбегают из помещений, а при толчках в 8 баллов возникает общий испуг и паника среди населения и даже возможны человеческие жертвы.

Таким образом, строительство и эксплуатация гидроэнергетических комплексов вызывают существенную трансформацию геодинамической экологической функции литосферы, сопровождающейся деформацией экологических функций гидросферы и, частью, атмосферы; а ее экологические последствия имеют как положительные, так и отрицательные стороны.

Лекция 2. Виды производств, воздействующих на экосистемы (продолжение). Оценка экологического состояния территорий

2.3 Промышленные комплексы

Промышленная деятельность многогранна и включает в себя предприятия нефтехимической, металлургической, машиностроительной, станкостроительной, химической, химико-фармацевтической, атомной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, пищевой промышленности и предприятия пищевой отрасли. Их всех объединяет единый тип воздействия на компоненты окружающей среды, в том числе и литосферы. Это абсолютный доминант промышленного загрязнения всех природных сред выбросами токсикантов в атмосферу, сбросами промышленных вод в водотоки и акватории и складирование промышленных отходов.

Каждый вид промышленности отличается от других своим набором токсикантов, объемами промышленных отходов, экстенсивностью и интенсивностью процесса загрязнения почв, донных осадков, грунтовых толщ, поверхностных и подземных вод, снегового покрова, растительности, отчуждения земель под полигоны токсичных и твердых промышленных отходов, но все перечисленные компоненты среды и характер техногенных преобразований носят локальный характер. Он связан главным образом с трансформацией геохимической, в меньшей степени ресурсной экологических функций литосферы. Для теплоэнергетических и электротехнических предприятий можно говорить о трансформации соответствующих геофизических полей, а в целом для всех промышленных предприятий — о трансформации ресурса геологического пространства (его потенциала и качества). Удельный вес таких нарушений несопоставим с процессом техногенного загрязнения.

Более детально с конкретными примерами проблема техногенной трансформации эколого-геологической обстановки территорий под воздействием предприятий промышленности рассмотрена в последующих главах настоящей монографии. Здесь было важно подчеркнуть специфику и направленность техногенного воздействия промышленных предприятий, как функционального вида хозяйственной деятельности.

С другой стороны, особенности проявления геологических процессов при строительстве и эксплуатации промышленных сооружений очень близки к вопросам трансформации геологических процессов при создании городских комплексов. Разница заключается в том, что в случае промышленной деятельности необходимо рассмотреть не только влияние собственно сооружений, но и часто более специфичные особенности функционирования инфраструктуры промышленных предприятий, а в отдельных случаях — специфики технологии производства на изменение пространственно-

временной и интенсивностной неоднородности проявления геологических процессов, влияющих на условия жизнедеятельности.

Развитие новых, сугубо техногенных геологических процессов и активизация природных связаны с изменением напряженно-деформированного состояния массивов грунтов, их влажностью и тепловым режимом. Первая из этих причин обусловливает ***осадки*** возводимых сооружений, которые рассчитываются, наблюдаются и, в случае необходимости, регулируются. Наиболее часто сложные вопросы управления сверхнормативными осадками промышленных объектов возникают при их размещении на лессовых и глинистых грунтах. Передача дополнительных нагрузок от объектов, изменение влажностного режима массивов, сложенных такими грунтами, обусловливает развитие их ***просадки,*** как правило, неравномерной по площади. Этот процесс происходит во всех районах распространения лессовых и глинистых пород. На территории России в последней четверти XX в. большие сложности с развитием просадочных процессов отмечались при возведении промышленных объектов на лессовых грунтах в Волгодонске, Буденовске и других городах юга страны.

Изменение эколого-геодинамической обстановки зафиксировано на территории старых металлургических заводов Западного Урала в гг. Староуткинске, Алапаевске, Первоуральске и др. Серьезной проблемой большинства из них является деформация и даже разрушение основных сооружений (зданий цехов, плотин и др.) не только из-за естественного старения сооружений, но прежде всего в результате развития ***карстовых*** и особенно ***суффозионных*** процессов в породах основания. Известно, что территория Западного Урала характеризуется широким развитием карбонатного карста до глубин 150-160 м. В естественных условиях на поверхности проявляются различные карстовые формы, приуроченные к прибровочным частям эрозионных террас. В результате длительной хозяйственной деятельности естественная геологическая обстановка претерпела существенные изменения. Например, в результате деятельности Староуткинского металлургического завода, основанного в 1792 г. и работающего до настоящего времени, произошли существенные изменения в гидрогеологических условиях района. Создание водохранилища заводского гидроузла с земляной плотиной высотой 10 м, длиной 500 м и напором 9 м вызвало образование подпора подземных вод и напорной фильтрации. Это обусловило интенсивное развитие суффозионных процессов и возникновение с периодичностью 30-40 лет крупных провалов и прорывов в теле плотины (последний произошел в 1989 г.). Важное значение для техногенной активизации карста имеет также загрязнение прилегающих к заводу территорий углекислотой, содержание которой в подземных водах за последние 20 лет увеличилось в три раза с 4,4-5,7 % до 13,6-14,8 %. По приближенным оценкам это ускоряет процесс выщелачивания пород в 30-40 раз.

Другим примером изменения эколого-геодинамической обстановки в связи с активизацией карстового процесса является авария на Ново-

Сормовской водопроводной станции в Нижнем Новгороде (Б. А. Гантов, В. В. Толмачев, 2004). В результате локального оседания поверхности закарстованного массива возникли недопустимые деформации здания склада хлора. Существовала вероятность экологического бедствия в связи с загрязнением жилой территории хлором. Для ее предотвращения была предпринята аварийная откачка хлора и разборка здания склада. Экологические последствия аварии свелись к временным трудностям с водоснабжением населения.

Промышленная деятельность часто приводит к ***подтоплению*** и дополнительному увлажнению пород, что в свою очередь активизирует ***оползневые процессы.*** Например, на Терском и Сунженском хребтах (Северный Кавказ) возникло множество оползней на участках, куда «выплескиваются» подземные воды из заброшенных буровых скважин. Техногенная активизация оползней оказывает неблагоприятные экологические воздействия на экогеосистему, наносит урон различным сооружениям и сельскому хозяйству пригородов Грозного и Малгобека.

Особенно сильные экологические изменения, связанные с проявлением геологических процессов, происходят при промышленной деятельности в ***криолитозоне.*** Основная их причина — изменение термо-влажностного режима многолетнемерзлых пород из-за нарушения растительного покрова при обустройстве промплощадок, временных дорог и площадей отчуждения при промышленной деятельности. Изменение состояния растительного и почвенного покровов приводит к трансформации не только природных экзогенных геологических процессов и явлений (ЭГПЯ), но и возникновению новых, техногенных. Проиллюстрируем трансформации геологических процессов на примере Талнахского рудного узла, куда входит Норильский горно-обогатительный комбинат, г. Норильск и предприятия по разработке полезных ископаемых закрытым и, частично, открытым способом.

Тепловые осадки, суффозия и дефляция, как новообразованные процессы, имеют различную активность. Все техногенные процессы необратимы и приводят к негативным экологическим последствиям. Особую опасность представляют собой термоэрозия и дефляция, так как термоэрозионные процессы преобразуют природные ландшафты, а дефляция обусловливает возникновение «песчаных бурь», существенно ухудшающих экологическую обстановку района. Отдельно следует отметить процессы суффозии, приводящие к деформации зданий и сооружений и, даже выводу их из эксплуатации. Преждевременное «старение» зданий снижает комфортность проживания населения.

Понижение (или повышение) температуры пород в криолитозоне очень быстро и часто в непредусмотренных проектом вариантах приводят к трансформации геологических процессов на промышленных площадках как газоконденсатного Ямсовейского месторождения на севере Западной Сибири, так и Воркутинского угольного бассейна.

В ходе мониторинга установлено, что по мере техногенного воздействия, связанного с обустройством площадки Ямсовейского

месторождения, постоянно увеличивалась площадь и глубина распространения новообразований мерзлых пород. На протяжении 2-3 лет по всей промплощадке, за исключением второго корпуса, произошло новообразование мерзлых пород ниже глубины сезонного протаивания, т. е. сформировались перелетки. Они существенно изменили режим грунтовых вод, их уровень повысился на 1 м и породы сезонно-талого слоя оказались почти полностью водонасыщенными. В этих условиях можно ожидать интенсивное развитие морозобойного пучения пород, опасного для эксплуатации месторождения.

Примером повышения температуры пород в криолитозоне при промышленном воздействии является промышленная площадка шахты № 18 комбината «Воркутауголь». Здесь на застроенной территории температура грунтов повысилась на 1—2 °С. Кровля мерзлых пород опустилась в зависимости от возраста и вида застройки на 2-10 м и более (рис. 99). Вследствие оттаивания мерзлых пород в основании зданий усилилась фильтрация грунтовых вод, что способствовало слиянию отдельных талых чащ и формированию обширного техногенного талика сложной конфигурации.

Даже эти краткие данные свидетельствуют, что трансформация геодинамической экологической функции при промышленной деятельности связана с нарушением пространственно-временных и интенсивностных неоднородностей проявления геологических процессов, влияющих на комфортность жизнедеятельности и условия проживания населения. Максимальные изменения происходят при создании и эксплуатации промышленных объектов в криолитозоне, где активизируются природные геологические процессы, возникают новые техногенные геологические процессы — тепловые осадки, суффозия, термоэрозия, дефляция, преобразующие природные ландшафты.

2.4 Городские комплексы

Создание и функционирование городских комплексов изменяет интенсивность и экстенсивность природных геологических процессов и провоцирует возникновение новых техногенных, влияющих не только на инженерно-геологические условия, но и на здоровье и условия проживания горожан. Особенно сильные изменения геологических процессов с ощутимыми экологическими последствиями отмечается на территории крупных по площади и численности населения городских комплексов, а также городов с многоэтажной застройкой.

Вопросам изучения развития геологических процессов на территории городских комплексов посвящены работы многих исследователей (Котлов, 1977; Курбатова и др., 1997; Легет, 1976; Москва... 1997; Экология Новочеркасска, 2001). Общие представления об экономическом ущербе и человеческих жертвах при проявлении геологических процессов и природных явлений в крупнейших городах России дает табл. 91.

Ф. В. Котлов (1977, 1978) антропогенными называл те геологические процессы, проявление, существование и развитие которых связано с инженерно-хозяйственной деятельностью человека. Им разработана классификация антропогенных геологических процессов и явлений на территории городов. Однако эта классификация составлена для инженерно-геологических целей и учитывает только инженерные последствия проявления процессов, причем процессы, развитые на территории городских комплексов, рассматриваются одновременно с процессами, инициируемыми горнодобывающей деятельностью.

При техногенном воздействии, связанном со строительством городских комплексов, меняется, как и под воздействием многих других видов инженерно-хозяйственной деятельности, природный рельеф. В крупных городах мира глубина заложения фундаментов наземных сооружений достигает 35 м и более, а земная поверхность при этом выравнивается. Откачка подземных вод с целью водоснабжения населения вызывает опускание земной поверхности. По данным Чжан Лян, экологические проблемы в связи с проседанием поверхности из-за чрезмерного изъятия подземных вод возникли в 46 городах Китая. Общая площадь таких районов составляет почти 5 тыс. км^2.

Хорошо изучено опускание земной поверхности в городах Японии (рис. 100). Заметное опускание Токио началось в 1923 г., Осаки — в 1935 г. Скорость опускания с годами возросла до 18 см/год. Город Ниигата опускался в отдельные годы со скоростью 50 см/ год. Площади опускания достигают сотен квадратных километров, амплитуда опускания — до 4 м. Большие величины опускания характерны для участков, сложенных молодыми неуплотненными осадками, которые уплотняются при откачке подземных вод.

Особенно опасно опускание поверхности городов, расположенных в прибрежноморской зоне. Как отмечал А. А. Никонов, оседание прибрежной суши вызывает наступление моря — в этом и выражаются негативные экологические последствия этого геологического процесса. Угроза потери земельных ресурсов и желание снизить дискомфорт проживания обусловливает необходимость строительства защитных дамб. В частности, в г. Осака уже к концу 80-х гг. XX в. было построено 200 км морезащитных дамб, 550 различных сооружений, препятствующих наводнению и около 100 насосных станций. С целью ликвидации неблагоприятных экологических последствий опускания поверхности в некоторые скважины начали закачивать морскую воду (Востоков, 2002).

В г. Мехико в связи с интенсивным забором подземных вод к концу 1970-х гг. вся территория города понизилась на 4 м, а в северо-восточной части — на 9 м. Большая осадка города происходит главным образом за счет дренирования и сжатия весьма гидрофильных водонасыщенных глин рыхлой структуры, естественная влажность которых колеблется от 20 до 400 %, сопротивление раздавливанию — 0,05-0,2 МПа. Интенсивные откачки

подземных вод из песков и галечников ведутся здесь издавна с глубины около 90 м. Водоотбор в среднем превышает 850 000 м^3/сутки (Котлов, 1977).

Одним из наиболее распространенных техногенных геологических процессов, оказывающих негативное экологическое воздействие на жителей городов, является ***подтопление.*** Городские территории являются подтопленными, если уровень грунтовых вод залегает не глубже 2-3 м от поверхности, т. е. достигает глубин заложения фундаментов большинства зданий.

Возникновение подтопления связано с повышением УГВ по причине создания вблизи городских комплексов водохранилищ, утечек из технических и коммунально-бытовых сетей, а также избыточным поливом улиц и газонов.

Из 1064 городов России подтопление отмечается в 792, из 2065 рабочих поселков — в 460 (22,3 %) (Безопасность России, ...1999).

Техногенный подъем уровня грунтовых вод и площади подтопления все время увеличиваются. Например, в г. Саратове первые сведения о подтоплении территорий относятся к началу XX в. Подтопление носило локальный характер и не причиняло ощутимого ущерба ни жителям города, ни городскому хозяйству. По данным В. 3. Макарова в 1930-е гг. уже возникла проблема подтопления центральной части города, на территории которой строятся первые локальные дренажи. По мере роста города и развития коммуникаций положение усугубилось. К середине 1990-х гг. в подтопленном состоянии оказалось около 5 тыс. га городской территории. Подтопленными оказались как жилая застройка, так и промышленная, а также зеленые насаждения и садовые участки.

О темпах роста уровня подземных вод в г. Саратове свидетельствуют следующие данные. В конце 70-х гг. прошлого века подъем УГВ по техногенным причинам составил в среднем 6 м (Котлов, 1977), а за последние 30 лет эксплуатации водонесущих коммуникаций и избыточного полива газонов УГВ еще повысился и сейчас зафиксирован на 5-10 м выше своего естественного положения. Частично причина этого повышения связана с аварийным состоянием водонесущих коммуникаций. Из 635 км водопроводной сети более 17 км требуют неотложного ремонта, а из 241 км канализационных сетей (бытовая и ливневая канализация) в аварийном состоянии находится еще 5,1 км.

Ярким примером подтопления из-за утечек технических вод является территория г. Новочеркасска. Здесь основной причиной подтопления послужили утечки технических вод Новочеркасского электронного завода, построенного в 1954 г. После его строительства и ввода в эксплуатацию грунтовые воды поднялись в северо-восточной части заводской территории на 11,7 м, средняя скорость подъема составила около 0,5 м/год, в центральной части — порядка 1 м/год, в западной части — от 0,8 до 1 м/ год. Основными причинами интенсивного подъема УГВ в бывшем промышленном районе Новочеркасска послужила низкая естественная дренированность пород основания сооружений (скифских аллювиальных

глин плиоцена), осложненная баражным эффектом фундаментов (т. е. размещением глубоко заглубленных фундаментов фронтально к потоку грунтовых вод).

Примером подтопления из-за утечек коммунально-бытовых сетей является территория гг. Москвы и Одессы. В Москве две пятых площади подтоплено из-за недостаточно эффективного функционирования водопровода. По данным С. П. Горшкова (1998), 70 % инфильтрационного питания (около 146 млн $м^3$/год) поступает за счет утечек из водонесущих коммуникаций. В Одессе из-за массовой утечки воды из подземных сетей водопровода и канализации (до 25 тыс. $м^3$ в сутки) повышение уровня четвертичного водоносного горизонта составило от 1 до 10 м, реже до 15 м (Котлов, 1977).

Экологические последствия подтопления сказываются на здоровье населения: повышается вероятность заболеть от укусов летучих переносчиков инфекций — комаров, обостряются хронические болезни, возникают рецидивы заболеваний. Растительность на подтопленных территориях характеризуется угнетенным развитием из-за подгнивания корней. В частности, в г. Новочеркасске летом подтоплением охвачен 51 % площади, а весной — 71 % (основные подтопленные площади располагаются в бывшем промышленном районе города). В пределах подтопленных частей города заболеваемость населения почти в два раза выше, чем в целом по городу: В экологически неблагоприятном районе доля заболевших составляет 55,7 %, а в целом по городу — 35,6 %. Добавочный риск заболеваемости населения в неблагополучном районе города очень высок и в значительной степени обусловлен экологическими последствиями подтопления.

В районах распространения просадочных лессовых грунтов в пределах городов, точно так же, как и на территориях промышленных комплексов, происходят ***просадки.*** Их величина изменяется в широких пределах — от ОД м до 2,5-3 м. Они вызывают разрушение жилья и даже его потерю, тем самым снижается комфортность проживания населения.

По данным Ю. И. Олянского, в Волгоградской области, где лессовые просадочные породы покрывают более 80 % территории вследствие деформации жилых и производственных зданий образовались трещины в несущих конструкциях, что явилось причиной повышения влажности комнатного воздуха выше предельно допустимых величин (ПДВ). По гигиенической оценке температурно-влажностного режима в крупнопанельных жилых домах ПДВ составляет 30-60 % относительной влажности в жилых помещениях и 50 % — в дошкольных. Сочетание высокой влажности воздуха с низкой температурой вызывает переохлаждение организма за счет отдачи тепла и вызывает ощущение зябкости. Продолжительное и частое пребывание людей в условиях повышенной влажности и низкой температуры отягощает течение таких заболеваний, как нефрит, ангина, ревматизм, пневмония, грипп, катар верхних дыхательных путей и др.

В условиях влажной среды на сырых стенах развиваются домовые грибы, поражающие деревянные конструкции. Из них наиболее часто встречаются: плачущий, или настоящий домовый гриб (СошорЬогасегеЬеПа), белый домовый гриб (Ропауорага па), шахтный гриб (РахШизахегапНиз). Являясь сильнейшими аллергенами, домовые грибы обостряют аллергические реакции у больных бронхиальной астмой и приводят к развитию грибковой аллергии, выражающейся в поражении слизистых полостей рта, бронхолегочной системы, среднего уха, глаз и кожи.

Поверхности стен в сырых помещениях могут покрываться плесенью в виде пушистых, бархатистых и паутинных налетов различной окраски, состоящих из спор и нитей мицелия. Споры плесени, попадая в воздух жилых помещений, оседают на коже и слизистых оболочках человека и способны вызвать расстройства в дыхательных путях, глазах, ушах, кишечнике и др. Кроме того, плесень приводит к разрушению строительных конструкций.

Городские комплексы, построенные в криолитозоне, оказывают сильное отепляющее воздействие на многолетнемерзлые толщи, инициируя развитие криогенных геологических процессов. Так, в г. Воркуте мерзлая толща в результате урбанизации потеряла 25 % холода. Отепляющее воздействие сооружений, ведущее к ***протаиванию грунтов*** в зависимости от литологического состава, приводит к различным по величине тепловым осадкам. Меньше всего их величина у гравийно-галечниковых грунтов — 0,5-4,5 % от глубины протаивания.

У песков и супесей этот показатель равняется 4-6 %, у суглинков с обломочным материалом — 7-20 %, у глин — 6-48 %, у торфяников — 60-80 % и у подземных льдов — 100 %. Скорость термоосадок 4-6 мм/сут., реже 12 мм/сут. Величина термоосадок в Воркуте в среднем составляет 2-5 м, максимально — до 5-9 м. Срок службы деформированных зданий сокращается до 10-30 лет (Горшков, 1998).

Экологическими последствиями развития термопросадок является потеря жилья многими жителями города. Так, около 60 % зданий и сооружений, построенных в г. Воркуте до 1977 г., пришло в аварийное состояние (Природные опасности России. Геокриологические опасности, 2000).

Неблагоприятные экологические последствия связаны с проявлением ***наледей.*** Эти своеобразные зимние «наводнения» осложняют и делают невозможным эксплуатацию жилых и производственных помещений. В некоторых случаях они отличаются внезапностью проявления, тогда наледеобразующие воды прорываются в жилые дома и заполняют их льдом. Некоторые примеры проявления наледей в селах Читинской области, по данным В. Г. Кондратьева и В. М. Пестова, приведены в табл. 94.

Таблица 94. **Экологические последствия проявления наледей в селах Читинской области**

Населенный пункт	Дата	Размеры наледи, м			Экологические последствия
		длина	ширина	мощность	
Калга	Февраль 1999	2000	80-250	1,5-5	Отселение 18 семей
Баляга	Март 1999	4500	50-300	4	Подтопление 47 жилых домов, школы, больницы, почты. Отселение 160 жителей

Еще одним геологическим техногенным процессом, развитым только на территориях городских комплексов, является ***запечатанностъ почв.*** Применение асфальтовых, каменных, бетонных и других покрытий препятствует проникновению в почву атмосферных осадков и вызывает переуплотнение корнеобитаемого слоя. В крупных городах запечатанность почв достигает 70-90 %. Негативные экологические последствия этого процесса связаны с изменением среды обитания макро-, мезо- и микробиоты. В городских почвах наблюдается ослабление биоразнообразия всех видов биоты, падение биопродуктивности и появление патогенных организмов.

Создание городских комплексов не только вызывает возникновение техногенных геологических процессов, неблагоприятно воздействующих на человека, но и приводит к изменению интенсивности и экстенсивности природных геологических процессов, в первую очередь, оползневых. Активизация ***оползней*** в городах происходит из-за подрезки склонов при строительстве, дополнительной нагрузки на неустойчивые массивы пород и их обводнения, из-за усиления динамической нагрузки и других техногенных воздействий. Из 20 крупнейших городов, расположенных на Восточно-Европейской платформе, оползни, в том числе и техногенные, известны в 10: Москве, Киеве, Нижнем Новгороде, Одессе, Казани, Волгограде, Ростове-на-Дону, Уфе, Саратове, Воронеже, а также во многих более мелких городах и населенных пунктах (Инженерная геология СССР, 1991). Преимущественно техногенными оползнями поражены крупные города. Так, в Волгограде насчитывается 117 оползней, 95 из них техногенные. В Алупке площадь техногенных оползней составляет 84 % от площади всех оползней, в Одессе — 70 %, в Киеве - 40 % (Котлов, 1977).

Последствиями проявления оползней является перенос сооружений и целых жилых комплексов на другие безопасные участки, а также снижение комфортности проживания из-за нарушения транспортного сообщения и водоснабжения в многомиллионных городах. Например, в Москве из-за активизации оползней долгие годы была закрыта эскалаторная галерея станции метрополитена «Воробьевы горы». Другим примером стал сход оползня размером 1300 х 300 м в 12 мая 2002 г. с. Кулич (Дагестан). Оползень стал причиной разрушения водопровода, в результате 34 тыс. жителей г. Майкопа остались без водоснабжения (Дзекцер, 2005). Перебои с

водоснабжением были зафиксированы в г. Нефтегорске в феврале 2002 г. из-за схода оползня размером 400 х 700 м. Геологическими последствиями схода этого же оползня явилась потеря жилья, было разрушено шесть домов и четыре барака (Дзекцер, 2005).

В больших индустриальных городах ускоряется рост ***оврагов.*** Известно, что поверхностный сток с заасфальтированной территории в среднем в два раза выше, чем в естественных условиях. Среди городских оврагов 80-95 % имеют техногенный генезис. Техногенные овраги широко распространены в российских городах Барнаул, Брянск, Волгоград, Иркутск, Касимов, Курск, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Саратов, Ставрополь, Нижний Тагил, Томск, Тюмень, Ульяновск и др. Овраги занимают иногда до 10-20 % площади города. Скорость роста техногенных оврагов выше, чем природных, и составляет 7-8 м/год в Волгограде, до 25 м/год в Ульяновске, до 30 м/год в городах Читинской области (Курбатова и др., 1997). Последствия роста оврагов сводятся к потере дефицитной городской площади и к неудобствам проживания горожан в условиях расчлененного рельефа.

Вместе с тем овраги могут рассматриваться как своеобразные природные памятники в городах. Их оставляют в естественном состоянии, они получают официальный статус заповедной зоны (Калуга, Брянск), а иногда используют в качестве рекреационных зон (Природные опасности России. Экзогенные геологические процессы, 2002).

Трансформация геодинамических экологических свойств литосферы при создании городских комплексов выражается не только в изменении интенсивности и экстенсивности геологических процессов, но и в усилении негативного воздействия на человека за счет каскадности проявления геологических процессов, возникновение которых связано с техногенезом. В городах основным «виновником» возникновения синергетических эффектов является подтопление. Негативные экологические последствия этого процесса могут значительно усилиться за счет наложения других геологических процессов, таких как просадки в лессовых породах, карст, локальное изменение интенсивности проявления землетрясений и др.

Изменение гидрогеологических условий в связи с подтоплением приводит к трансформации ***карстовых процессов.*** Техногенный карст отличается от природного меньшей глубиной и площадью распространения, большей скоростью развития и интенсивностью проявления карстовых форм, может возникать там, где раньше не проявлялся, но где имеются растворимые горные породы. Формы проявления техногенного карста самые различные — от повышенной кавернозности до карстовых провалов. Экологически наиболее значимы крупные формы проявления техногенного карста — провалы.

Необходимо отметить двухстороннее воздействие техногенеза на карстовый процесс. Благоустройство городов и использование асфальтового покрытия может привести к затуханию карстового процесса. По данным Дзержинской карстовой станции, с уменьшением инфильтрации

атмосферных вод в массивы карстующихся пород в г. Дзержинске из-за застройки и асфальтирования территории стало уменьшаться число карстовых провалов. Из 62 зарегистрированных провалов в г. Дзержинске с 1935 по 1974 г. лишь несколько провалов произошло в пределах города (Котлов, 1978).

В большинстве же случаев техногенные воздействия активизируют карстовый процесс. Как правило, «спусковым механизмом» для его активизации служит подтопление территории городских комплексов. Так, в районе г. Уфы за последние 65 лет зарегистрировано 80 карстовых провалов (Безопасность России, 1999). Еще более широкое развитие этот процесс имеет в г. Дзержинске Пермской области, где им поражено 30 % территории города.

Крупнейшей известной карстовой «аварией» является провал пола в одном из цехов ПО «Дзержинскхиммаш» в июле 1992 г. В образовавшуюся карстовую воронку диаметром 30 м и глубиной 20 м провались станки, оборудование и готовая продукция (скорее всего суффозия!). Ущерб исчислялся многими миллионами рублей (Курбатова и др., 1997). Все это создает неблагоприятные экологические последствия и снижает комфортность проживания жителей.

Аналогичное значение имеют и провальные явления в закарстованных массивах, связанные с***суффозионным выносом*** заполнителя карстовых полостей при развитии глубокой депрессионной воронки при длительных откачках подземных вод. Так, в Москве за последние 25 лет в северо-западной части города зарегистрировано 42 провальные воронки диаметром от нескольких метров до 40 м и глубиной от 1,5 до 8 м (Москва... 1997). В 1969 г. в результате карстового провала полностью разрушился 5-этажный жилой дом на Хорошевском шоссе, а в 1977 г. — еще два на Новохорошевском проезде.

Подтопление вызывает изменение сейсмической опасности территорий городских комплексов. В большинстве случаев подтопление территории городов вызывает водонасыщение песчано-глинистых и других дисперсных грунтов, заболачивание техногенных отложений, деградацию многолетней мерзлоты, что приводит к повышению интенсивности проявления землетрясений по сравнению с фоновой. Так, в августе 1990 г. в г. Димитровграде Ульяновской области был зафиксирован ряд толчков силой до 5 баллов при фоновой сейсмичности 4 балла по MSK-64. Причина сейсмических толчков такой интенсивности кроется в обводнении глубоких горизонтов (Курбатова и др., 1997). Напротив, как отмечает Ф. В. Котлов, искусственное понижение уровня грунтовых вод и полное осушение пород на глубину до 10 м может привести к снижению сейсмической опасности на отдельных участках городской территории.

Таким образом, создание и функционирование городских комплексов приводит к нарушению пространственно-временных и интенсивностных неоднородностей проявления геологических процессов, влияющих на комфортность проживания горожан. Природные геологические процессы,

такие как оползни, карст, овраги, как правило, активизируются, приводя к неблагоприятным экологическим последствиям. Возникают новые геологические процессы — подтопление, опускание поверхности, а в криолитозоне — термоосадки.

Подтопление территории городских комплексов приводит к возникновению синергетических (накопительных) эффектов. Вслед за подтоплением активизируются другие геологические процессы: карст, просадки лессов, землетрясения, усиливающие экологические воздействия на человека.

Трансформации геологических процессов вызывает, как правило, негативные экологические последствия (Трофимов, 2005), связанные с разрушением домов, повышением заболеваемости горожан, снижением комфортности из-за потери удобных для проживания площадей (табл. 95). В отдельных случаях техногенез приводит к некоторой стабилизации геологических процессов и ослабляет их негативное воздействие.

2.5 Сельскохозяйственная деятельность

Она обусловливает трансформацию трех экологических функций литосферы.

Трансформация ресурса геологического пространства связана с распашкой земель, изменением их природной функциональной специализации. Надо отметить, что природный ресурс плодородных земель (использование их под пашню) практически исчерпан.

По современным данным планета утратила за время существования цивилизации около миллиарда га некогда плодородных почв, превратив их в техногенные пустыни. Это больше, чем площадь современной пашни в мире. Отметим отдельно, что процесс опустынивания охватывает все климатические зоны, включая влажные тропики Африки. Так, по данным К. Е. Матье, в Демократической Республике Конго исторически сложилась система кочевого земледелия, которая предполагает долгий срок нахождения пашни под паром — до 30 лет. Восстановление плодородия заброшенных земель было необходимым условием сельского хозяйства. При сокращении этого периода почвы становятся бедными и, наконец, бесплодными. Давно возделываемые поля полностью теряют растительность. Население стихийно мигрирует в неосвоенные районы, которые затем тоже опустыниваются.

2.5.1 Земледелие

С появлением сельского хозяйства и распашки земли сужение ареалов распространения и исчезновение видов растений и животных возросло по мере расселения людей по всему земному шару. По данным биолога Эдвара Уйлсона, потери составляют несколько тысяч видов в год.

Распахивая луга, человек заменяет тысячи взаимосвязанных видов растений и животных сильно упрощенной монокультурной экосистемой. Современное сельское хозяйство основывается на намеренном удержании

экосистемы на ранних стадиях ее развития, когда продуктивность биомассы одного или нескольких видов (например, кукурузы или пшеницы) высока. Подобные упрощенные экосистемы очень уязвимы, происходит непрерывное вторжение пионерных видов. С позиции человека, если происходит вторжение растений — то это сорняки, если это насекомые или другие животные — то вредители, если это микроорганизмы — то возбудители болезней. Все пионерные виды уничтожаются, нередко с применением ядохимикатов, провоцируя тем самым дальнейшее нарушение структуры биоты на новых уровнях.

Наиболее сильно при земледелии изменяются ***эрозионные процессы.*** Они приносят громадный экологический ущерб, так как угрожают самому существованию почвы как основного средства сельскохозяйственного производства. При уничтожении естественной растительности и распахивании земель происходит дегумификация почвы. Обычно в течение первых нескольких лет распашки запас гумуса в почве снижается на 25-50 % от исходного на целине. По данным Г. Н. Голубева (1999), вследствие распашки земли интенсивность эрозии почвы увеличилась не менее чем в пять раз по сравнению с естественным плоскостным смывом.

Эрозии почв подвержены все континенты, за исключением Антарктиды. Развитие процессов эрозии достаточно хорошо изучено на территории России. За период 1968- 1974 гг. проектными институтами («Гипрозем», «Союзводпроект» и др.) было составлено 10 республиканских и 49 областных (по России) карт и схем почвенно-эрозионного районирования. Они показывают, что две трети территории России являются потенциально опасными в отношении эрозии. Именно она явилась причиной разрушения черноземов на Русской равнине. М. Н. Заславский (1987) вводит критерий «допустимой нормы эрозии», понимая под ним ту предельную интенсивность эрозии, которая компенсируется почвообразованием. В США для разных почв принята допустимая норма эрозии от 2,25 до 11,5 т/га. Величины допустимой нормы эрозии для различных типов почв в нашей стране приведены в табл. 99.

Таблица 99. **Величины годовой допустимой нормы эрозии для различных типов почв (по М. Н. Заславскому, 1987)**

Типпочвы	Годовая допустимая норма эрозии, т/га	Глубина смытости верхнего горизонта почвы, мм
Дерново-подзолистые	10,9	0,87
Черноземы	3,5	0,28
Каштановые	4,4	0,36
Сероземы	3,4	0,27

Известно, что величина урожая зависит от трех основных факторов: от сорта сельскохозяйственной культуры, от геоморфологических условий расположения пашни и от степени эрозии. Представления об экологической

значимости эрозионного процесса для урожая и земледелия в целом дает информация табл. 100.

Таблица 100. **Урожай (средний за три года) различных сортов озимой пшеницы в зависимости от экспозии пашни и интенсивности эрозии (по М. Н. Заславскому, 1987)**

Сортпшеницы	Урожай на несмытои почве водоразделов, т/га	Среднесмытая* почванасклонах			
		Севернаяэкспозиция		Южнаяэкспозиция	
		Урожай , т/га	Снижение урожая по сравнению с несмытыми почвами, т/га	Урожай, т/га	Снижение урожая по сравнению с несмытыми почвами, т/га
Мироновская 808	3,5	2,8	0,7	2,3	1,2
Курская 124	3,9	2,8	1,0	2,6	1,3
Харьковская 68	3,4	2,1	1,3	2,3	1,1
Ильичевка	2,9	1,9	1,0	2,4	0,6

***Примечание.* * Для среднесмытых почв интенсивность годового смыва приземледелии составляет 1-5 т/га.**

Низкий уровень агротехники способствовали ускорению эрозионных процессов, за счет чего за последние десятилетие содержание гумуса в них уменьшилось на треть, а мощность плодородного слоя — на 10-15 см. Особенно пострадали черноземы Ульяновской и Куйбышевской областей, на которых потеря гумуса составила соответственно 56-69 % и 38-39 % от исходного. Экологическими последствиями таких трансформаций является неизбежное падение урожайности по сравнению с потенциальным уровнем.

Разрушение почвенного покрова происходит и при ***ветровой эрозии (дефляции)*** за счет захвата и переноса частиц почвы. Они перемещаются по земной поверхности скачками. Сначала в движение вовлекаются свободно лежащие на поверхности частицы. Сильно ударяясь о землю, они постепенно распадаются на все более мелкие, пока не превратятся в пыль, которая поднимается ветром в атмосферу и переносится на большие, измеряемые сотнями и тысячами километров, расстояния. В результате этого процесса почвы теряют существенную часть своего профиля. В Карачаево-Черкессии на отдельных участках только за пыльные бури 1969-1970 гг. суммарной продолжительностью около 200 часов местами был снесен слой почвы до 70 см, а в среднем мощность почвенного профиля сократилась на 26 см (Природные опасности России. Экзогенные геологические процессы, 2002). В отдельных районах Северного Кавказа средние многолетние потери почвы достигают 100-150 т в год с гектара. Представления о потери почвы при дефляции дает табл. 101.

Экологические последствия дефляции связаны с гибелью посевов, особенно озимых, в результате засекания всходов песчинками и частицами почвы, движущимися большими массами в приземном слое воздуха во время пыльных бурь. В отдельные годы на Северном Кавказе приходилось пересевать до 100 000 га пашни.

Вместе с выдутой почвой теряется большое количество элементов питания, накопившихся в пахотном слое за десятилетия регулярного внесения минеральных удобрений.

Таблица 101.**Потери почвы при дефляции на Северном Кавказе и Нижнем Дону за период с начала 50-х до конца 80-х гг. XX в. (Природные опасности России. Экзогенные геологические процессы, 2002)**

Область, край	Интенсивность дефляции						Общие потери почвы, млн т
	Слабая		Сильная		Очень сильная		
	Площадь, 10 тыс. га	Потери почвы, 10 млн т	Площадь, 10 тыс. га	Потери почвы, 10 млн. т	Площадь, 10 тыс. га	Потери почвы, 10 млн т	
Волгоградская	315	113	227	615	—	—	728
Краснодарский	359	129	1118	1601	294	917	2647
Ростовская	325	122	2465	967	—	—	3819
Ставропольский	980	325	515	741	203	633	1726
Карачаево-Черкессия	35	12	74	107	28	87	206

В среднем в пахотном слое черноземов га России содержится около 0,25 % фосфора (P_20_5). В результате дефляции вместе с почвой пахотные земли Северного Кавказа и Нижнего Дона лишились порядка 20 млн т фосфорных удобрений в действующем веществе (Природные опасности России. Экзогенные геологические процессы, 2002).

Эрозия распаханных земель приводит не только к потере урожая, но и к активизации других геологических процессов, например ***аккумуляции наносов*** и ***заиливанию водоемов.*** Изменение гидрогеологического режима поверхностных водотоков в результате раскорчевки лесов и последующего распахивания территорий активизирует аккумуляционные процессы, вызывает сокращение протяженности гидросети. Анализ данных по стоку наносов 3600 рек мира, выполненный А. П. Дедковым и В. Т. Мозжериным, указывает на значительное антропогенное усиление стока наносов (табл. 102).

Водохранилища мира, заполняемые наносами рек, теряют ежегодно около 1 % объема, или примерно 50 км^3 в год (Голубев, 2002). Это приводит к частичному или даже полному заиливанию.

Таблица 102. **Увеличение стока наносов рек мира в связи с деятельностью человека в бассейне, число раз (по А. П. Дедкову и В. Т. Мозжерину, опубликовано в книге Г. Н. Голубева, 2002)**

Размеры бассейнов / Геоморфологические условия	Малые бассейны (< 5000 **км^2**)	Большие бассейны (<5000 **км^2**)	Все бассейны
Равнинные реки (ЫI= 1854)	13,0	8,1	10,0
Горные реки (ЫI= 1811)	2,2	3,8	2,8

Заиливание водохранилищ в ряде случаев происходит очень быстро. Например, за 30 лет своего существования Дубоссарское водохранилище на р. Днестр заилилось почти на половину объема, а Гидигичское на р. Бык — на треть объема. Известны случаи на Украине, когда небольшие водохранилища в зернопроизводящих районах с высокой распаханностью земель полностью заполнялись илом и были спущены (Цвилевское на р. Смотрич). Учитывая, что в засушливых районах водохранилища в основном предназначены для бесперебойного водоснабжения населения и орошения угодий, заиливание водохранилищ создает трудности с орошением, лишает население возможности получать высокие урожаи и создает дефицит пресной питьевой воды.

Земледелие, предполагающее вырубку древесно-кустарниковой растительности, распахивание склонов и оросительные мероприятия, существенно активизирует ***оползневые процессы.*** Особенно ощутимые негативные экологические последствия отмечаются в районах традиционного земледелия, где оползни являются рельефообразующим фактором. На оползневых склонах разрушается почвенный покров и снижается потенциальное плодородие почв. По данным Е. И. Лейба, на таких участках в приповерхностных горизонтах почв содержание гумуса уменьшается на 0,5-0,2 %, общего азота и других полезных компонентов — на 0,02-0,1 %. Из-за активизации оползней многие многолетние культуры погибают или находятся в неудовлетворительном состоянии. По данным 1985 г. потери составили 18,5 % от многолетних культур, посаженных в 1979-1985 гг.

Распашка земли ускоряет ***дефляционные процессы***, связанные с удалением материала почвы ветром. По данным С. П. Горшкова (1998), допустимым уровнем дефляции является удаление ветром до 0,2 мм/год. При такой скорости дефляции потери при выдувании компенсируются за счет почвообразовательного процесса, и негативных экологических последствий не отмечается. Превышение допустимой скорости дефляции приводит к истощению земель и падению урожайности пропашных культур. Например, за 10-летний период освоения целины Казахстана, Алтая и Западной Сибири, начиная с 1954 г., дефляционные процессы значительно ускорились и привели к падению урожая зерновых до 0,5-1,5 ц/га в 1963-1965 гг.

2.5.2 Животноводство

Животноводство предусматривает пастбищное использование ресурса геологического пространства. По оценкам С. П. Горшкова (1998), пастбища и сенокосы занимают примерно четверть площади суши.

По мере увеличения нагрузок на пастбища, связанных с увеличением поголовья скота, растительный покров претерпевает существенные изменения: уменьшается видовое разнообразие травянистой растительности и снижается степень проективного покрытия. Приход скотоводческих племен и развитие этих процессов в североафриканской саванне стал причиной ее опустынивания. Неумеренный выпас скота и сведение огнем лесных массивов, а также быстрое истощение пастбищ вызвали понижение уровня грунтовых вод. На протяжении нескольких столетий мелели озера и высыхали реки. Динамическое равновесие в саванне Северной Африки было нарушено. Возникла пустыня, и ее рост не прекращается до настоящего времени. Скорость ***опустынивания*** под воздействием техногенных факторов все время возрастает. За последние 50 лет пустыня Сахара расширилась на 650 ООО км^2, Ливийская пустыня продвигается к р. Нил со скоростью 13 км/год. Площадь части пустыни Тар, расположенной в Индии, за последние 15-20 лет XX в. увеличилась на 10 %.

В этих условиях на отдельных выбитых участках пастбищ начинают активизироваться геологические процессы, прежде всего ***дефляция*** и ***эрозия.*** По данным Г. А. Ларионова (1993), активизация дефляционных процессов начинается на пылеватых песках при снижении проективного покрытия до 30-40 %, а на более крупных — до 40-50 %.

В крайнем своем проявлении процессы дефляции и эрозии совместно с засолением приводят к опустыниванию пастбищ. Однажды начавшись, процесс опустынивания идет очень интенсивно, оставляя мало времени для проведения защитных мероприятий. Экологическими последствиями опустынивания на пастбищах в крайнем своем проявлении являются нарушение стабильного развития и глубокая деградация экосистем. Ярким примером интенсивного развития процесса опустынивания с очень существенными негативными экологическими последствиями являются Черные земли Калмыкии (Виноградов и др., 1999).

В 1954 г. в их пределах преобладали (около 70 % площади) несбитые и слабосбитые высокопродуктивные пастбища с высотой травостоя до 40-60 см, проективным покрытием до 40-60 % и урожайностью до 4-12 ц/га. Небольшие массивы разбитых мелкобарханных и слабозакрепленных песков с редкой растительностью не превышали 1,5 % площади, что не нарушало экологического равновесия экосистемы. Напротив, такие массивы разбитых песков являлись в результате фильтрации атмосферных осадков «магазинами опресненных грунтовых вод», которые обеспечивали потребности животноводства, сохраняя при этом стабильность функционирования экосистем. В 1954 г. численность овец на зимних

пастбищах не превышала 1 головы на 2 га (0,7 млн голов). Состояние экосистемы в это время классифицировалось как экологическая норма.

К 1964 г. в связи с постепенным увеличением поголовья скота (главным образом овец) и началом распашки целинных пастбищ (свыше 150 тыс. га) под посевы зерновых произошло заметное сокращение площади лучших пастбищ (почти до 46 % площади). Существенно увеличилась площадь сильно сбитых пастбищ и сильно дефлированных почв (до 7,7 %). Однако эти экологические изменения были легко обратимыми и не выходили за пределы экологического риска.

К 1984 г. коренным образом изменился растительный и почвенный покров пастбищ. Преобладавшие ранее высокопродуктивные пастбища почти полностью исчезли, их площадь сократилась до 3 %. Запас поедаемых кормов упал до 0,7-1,5 ц/га, т. е. до нижнего предела практического использования пастбища. Однако даже на таких сильно сбитых пастбищах перевыпас сохранился: площадь пастбищ, определяемая как зона экологического бедствия, составила около 52 %.

К1993 г. процесс опустынивания замедлился, стал сказываться положительный эффект по закреплению песков и фитомелиоративных работ. В целом состояние Черных земель Калмыкии в этот период классифицируется как экологический кризис.

Сопоставление площадей пастбищ по классам состояния экосистем и их интегральная оценка за годы наблюдений приведена в табл. 103. Анализ данных показывает, что площадь разбитых песков и дефлированных поверхностей, лишенных растительности, соответствующих классу экологического бедствия, сначала растет по экспоненте, а затем заметно замедляется.

Таблица 103. **Динамика опустынивания и состояние экосистем Черных земель Калмыкии (по Б. В. Виноградову и др., 1999)**

Площади пастбищ, %	Годы наблюдений				
	1954	1964	1979	1984	1993
Высокопродуктивных	69,8	45,7	13,2	2,6	7,8
Средне-сбитых	27,3	46,6	22,6	8,0	12,2
Сильно сбитых	2,9	7,7	35,6	37,1	22,7
Полностью сбитых	Нет	Нет	28,6	52,3	57,3
Интегральная оценка состояния экосистем	Норма	Риск	Кризис	Бедствие	Кризис

Подводя итог, повторим, что сельскохозяйственная деятельность человека существенно трансформирует проявление природных и вызывает возникновение новых геологических процессов. Экологические последствия

проявления геологических процессов на территориях сельскохозяйственного освоения носят как позитивный, так и негативный характер (табл. 104).

Основными позитивными последствиями трансформации геологических процессов является возможность получения высоких и стабильных урожаев жизненно важных сельхозкультур, а также продукции животноводства. Без мелиорации и связанных с нею геологических процессов человечество не сможет прокормить себя.

Негативные экологические последствия сельскохозяйственного воздействия на литосферу затрагивают в большей степени экосистемы, чем человека как биологического вида и социума. У экосистем отмечается частичная, и даже полная деградация, обусловленная уменьшением биомассы, продуктивности и видового разнообразия. Негативные экологические последствия для человека выражаются в снижении комфортности проживания в связи с уменьшением плодородия, потерей земельных и водных ресурсов. Человек в меньшей степени ощущает последствия трансформации геодинамической экологической функции литосферы на территориях сельскохозяйственного освоения в связи с возможностью компенсации недостатков урожая и мясомолочной продукции из других районов, стран и континентов. Слабая «чувствительность» человека к происходящим изменениям объясняется еще и тем, что сказываются они не сразу, а через некоторый интервал времени, соизмеримый с человеческой жизнью.

Трансформация экологической геохимической функции литосферы связана с региональным загрязнением почв, почвообразующих пород, грунтовых и поверхностных вод ядохимикатами и излишне вносимыми минеральными удобрениями. До 90-х гг. прошлого века этому были подвержены практически все пахотные земли зоны интенсивного земледелия. В настоящее время этот процесс стал менее интенсивен, что привело к существенному улучшению эколого-геологической обстановки на распаханных землях и прилегающих территориях. Стала восстанавливаться почти исчезнувшая наземная и водная фауна.

На локальном уровне загрязнение связано с созданием крупных животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм, интенсивно воздействующих на ограниченных площадях на почвы, грунтовые и поверхностные воды.

Строго говоря, рассмотренные факторы сельскохозяйственного воздействия на компоненты литосферы — это в широком смысле слова антропогенное воздействие. К собственно техногенному воздействию можно отнести распашку земель, внесение ядохимикатов и удобрений. В ближайшей перспективе такое положение может измениться в сторону уменьшения техногенного давления в сельскохозяйственном производстве. В первую очередь это связано с применением новых технологий (биологических методов борьбы с вредителями и повышения продуктивности почв, информационных систем, обеспечивающих ведение мониторинга и регуляцию всех параметров агросистем). Ожидается, что их

внедрение в сельскохозяйственное производство позволит уменьшить экологический ущерб от этого вида деятельности без сокращения объема сельхозпродуктов. Тогда станет возможным говорить о положительном воздействии техногенеза на сельскохозяйственное производство и трансформацию соответствующих экологических функций литосферы, в первую очередь геохимической. Пока же сельскохозяйственная деятельность оказывает, как правило, негативное влияние на экологическую обстановку территорий локального, регионального, а с учетом пахотных земель — и планетарного уровней и приводит к трансформации экологических свойств и функций литосферы.

Завершая рассмотрение воздействия сельскохозяйственного производства на геологическую среду, следует особо выделить такой вид техногенной деятельности, ***как мелиорация земель.*** Специфика ее связана с тем, что техногенное вмешательство в природные условия территории должны улучшать качество земельного ресурса, а в конечном итоге — плодородие земель. Связанная с ней трансформация ресурса геологического пространства (его качества), геодинамической и геохимической экологической функции литосферы должна носить позитивный характер. Однако на практике все оказалось значительно сложнее и нередко приводило к деструктивным последствиям, причем по многим компонентам геологической среды.

Так, избыточный полив в зоне недостаточного увлажнения (Поволжье, Астраханская, Волгоградская, Самарская и Саратовская области) привел к интенсивному подъему уровня грунтовых вод, сопровождающемуся вторичным засолением и осолонцеванием почв, к минерализации грунтовых вод и, как следствие, к снижению продуктивности мелиорированных сельхозугодий в зоне избыточного увлажнения. Осушение земель (Башкирия, Карелия и др.) сопровождается тенденцией к снижению содержания гумуса в почвах. Масштаб этих процессов определяется следующими цифрами. В неудовлетворительном состоянии находится 739 тыс. га орошаемых и 760 тыс. га осушаемых угодий, или соответственно 15 и 16 % мелиорированных площадей (Протасов, 1999, с. 202). Следовательно, недостаточно продуманное техногенное вмешательство в природу, связанное с мелиоративным обустройством территории, может привести и приводит к активизации или появлению таких негативных геологических процессов, как подтопление и вторичное засоление, дефляции торфяников, изменение уровня грунтовых вод (изменение геодинамических экологических свойств литосферы), формирование лито- и гидрохимических аномалий (изменение геохимических экологических свойств литосферы), а в итоге — к снижению плодородия (снижение качества или потеря ресурса геологического пространства). Это негативные последствия мелиоративного обустройства земель. Наряду с ними есть территории, где с помощью мелиорации удалось улучшить природные качества земель и достичь поставленной задачи. С рассматриваемых нами позиций ясно одно — мелиорация как разновидность или составная часть техногенеза приводит к быстрому и интенсивному

изменению экологических свойств (функций) литосферы, затрагивая многие ее компоненты.

2.6 Транспортный комплекс

Он включает в себя линейные сооружения (автомобильные и железные дороги, водные пути, аэропорты, трубопроводы или продуктопроводы разного назначения, линии электропередач). Несмотря на четкую индивидуальность каждого типа транспортных сооружений, всех их объединяет линейный характер воздействия на геологическую среду. Он экстерриториален и в площадном аспекте различается по плотности или протяженности дорог на единицу площади. Этим и определяется уровень техногенного воздействия на ресурс и качество геологического пространства.

Линейные сооружения (за исключением водных путей и ЛЭП) трансформируют все экологические свойства и функции литосферы. Это — ресурс геологического пространства, обусловленный полосой отчуждения линейных сооружений; активизация склоновых процессов, подтопление и затопление некоторых придорожных участков, наледеобразование и солифлюкция в криолитозоне, загрязнение почв придорожной полосы и грунтовых вод продуктами перевозки, присадками топлива в выхлопных газах, противогололедными препаратами; формирование вибрационных, акустических и электромагнитных полей, воздействующих на биоту.

Отметим, что линейный характер техногенных воздействий проявляется при проектных ситуациях строительства и эксплуатации транспортных сооружений. В случае аварийных сценариев, связанных с разрывами или прорывами продуктопроводов, возможны случаи локального загрязнения территории (почв, растительности, донных осадков и поверхностных водоемов) с экологически негативными последствиями вплоть до гибели биоты.

Следует учитывать, что транспортный комплекс является ведущим источником загрязнения приземной атмосферы городов и по данным Министерства транспорта Российской Федерации оценивается в 12 млн т в год, в том числе от автотранспорта — около 95 % от этой величины, воздушного — 2,5 %, водного ~ 2,8 %. Автомобильный транспорт обоснованно считают основным источником загрязнения окружающей среды в большинстве крупных городов. На долю выбросов газов в атмосферу приходится до 60-90 % от суммарного (Москва, Екатеринбург, Уфа, Омск, Махачкала, Элиста, Армавир и многие другие).

Водный транспорт в пределах литосферы воздействует только на донные осадки водоемов. Он загрязняет их нефтепродуктами, бытовыми отходами и стимулирует интенсивность накопления осадков за счет взвеси при работе земснарядов.

Воздушный транспорт требует отчуждения больших площадей в пригородной зоне для создания необходимой инфраструктуры и влияет на биоту за счет шума авиационных двигателей при взлете и посадке самолетов,

а также выбросов авиационных двигателей. Железнодорожный транспорт после перевода подвижного состава на электрическую тягу оказывает основное воздействие на компоненты литосферы через их загрязнение выбросами твердых, жидких и газообразных веществ, что порождает проблему их утилизации и захоронения. Объемы отходов исчисляются сотнями тысяч тонн.

Продуктопроводы создают зоны экологического риска, связанные с аварийными ситуациями. Линии высоковольтных электропередач являются источником формирования электромагнитных полей повышенной напряженности.

2.7 Оборонно-промышленный комплекс

Его промышленная составляющая по техногенному воздействию на геологическую среду мало отличается от таковой промышленных предприятий. Нюансы воздействия связаны с несколько иным составом загрязнителей, способом их утилизации и захоронения. Специфика воздействия этого комплекса — потребление больших ресурсов геологического пространства, как наземного, так и подземного (различные полигоны, базы, складские сооружения, площадь которых исчисляется сотнями квадратных километров), создание зон экологического риска, связанных с содержанием ядерного и химического оружия, атомного флота, ракетных систем, взрывчатых веществ, т. е. объектов повышенной экологической опасности. По интенсивности и комплексности техногенного воздействия на экологические свойства литосферы оборонно-промышленный комплекс можно поставить в один ряд с горнодобывающей промышленностью и мегаполисами. Он оказывает влияние на все компоненты литосферы до глубин в сотни метров.

Военные действия

Военные действия включают передвижение войск, создание фортификационных сооружений в верхних горизонтах литосферы (окопов, противотанковых рвов, блиндажей и др.), действия по уничтожению противника (бомбардировки, запуски ракет, взрывы ит. д.), а также испытания оружия. Они активизируют геологические процессы с неблагоприятными экологическими последствиями. В зависимости от долговременности и масштабности применения вооружений изменяется интенсивность и экстенсивность как эндогенных, так и экзогенных процессов.

Передвижение войск, осуществляемое часто вне дорог и на гусеничном транспорте, приводит к разрушению и даже уничтожению растительного и верхней части почвенного покровов, возникновению очагов ***дефляции*** и ускорению ***линейной*** и ***плоскостной эрозии.*** Особенно велик этот эффект в районах Крайнего Севера, пустынях и полупустынях с незначительным растительным покровом. По данным Л. С. Берг (1947), в

Египте в начале 1940-х гг. резко увеличилось число пылевых бурь из-за военных действий между Германией и союзниками во время Второй мировой войны. Передвижения войск привели к распылению маломощных почв, а переселившиеся из мест ведения боев местные жители способствовали этому процессу, вырубая на топливо кустарники, препятствующие выдуванию почвы.

Процессы дефляции и эрозии активизировались в ходе военных действий в Чеченской Республике, которые приняли долговременный характер (с 1994 г. до настоящего времени). По данным С. В. и И. С. Зонн, в Наурском и Щелковском районах, где действия военных ограничены лишь транспортными передвижениями, верхняя часть почвенного покрова при движении тяжелой техники была уничтожена, что привело к усилению процессов эрозии и потере плодородия земель. В Надтеречном районе республики от станицы Знаменская до места слияния Терека с Сунжей за счет передвижения военной техники, снаряжения и продовольствия почвенный покров был уничтожен на глубину 15-30 см, возник «транспортный» рельеф. Сейчас эти земли невозможно использовать для сельскохозяйственных целей без рекультивации и внесения удобрений.

Создание фортификационных сооружений обусловливает изменение рельефа, образование выемок и отвалов. Так, в Европе во время Первой мировой войны на 1 км фронта плацдарма в среднем приходилось от 15 до 30 км траншей, а на 1 км фронта — от 30 до 60 км траншей (Хазанов, 1975). Протяженность оборонительных рубежей, построенных с июня 1941 по сентябрь 1942 гг. на европейской части нашей страны, составила 25 тыс. км, т. е. на 1 км фронта обороны или исходного положения приходилось 8-10 км траншей и ходов сообщения. Создание таких искусственных сооружений на сельскохозяйственных угодьях, особенно в равнинных условиях, усиливает процесс их локального ***заболачивания, дефляции,*** что негативно отражается на плодородии земель.

Действия по уничтожению противника, связанные с применением авиабомб и снарядов, изменяют рельеф. Размеры воронок, образуемых авиационными бомбами, зависят от глубины взрыва, состава пород в приповерхностной зоне и геоморфологических характеристик участка взрывов. При весе бомбы 3000 кг размеры воронок в супесях и суглинках составляют 3 м глубины и 25 м в диаметре, в вулканическом песке — 7м глубины и 20 м в диаметре, в торфах — 15 м глубины и 5 м в диаметре (табл. 108). Еще большие площади затрагивают изменения рельефа при сбрасывании атомных и водородных бомб. Так, площадь взрывной воронки атомной бомбы весом 20 кг составляет 1 га, а водородной бомбы мощностью 10 Мт — 57 га (Горшков, 1982).

Таблица 108. **Объемы выброшенного грунта из воронок, образованных взрывами авиационных бомб (по М.И. Хазанову, 1975)**

Грунты	Вес бомб, кг	Размеры воронки, м	
		глубина	диаметр
Супеси и суглинки: на склонах	3000	3	25
в поймах рек	250	2	6
	3000	5	20
На водоразделах	3000	7	23
Вулканический песок и щебень на склонах	3000	7	20
Суглинки и щебень в долинах рек	1500	5	17
	3000	12	23
Слабые грунты (торфы и др.)	250	10	3
	3000	15	5
	5000	-	35

Действия по уничтожению противника приводят к активизации и возникновению таких экологически неблагоприятных геологических процессов, как ***увеличение мутности водотоков, заболачивание,*** возникновение ***оползней,*** развитие ***овражной эрозии,*** и к ***опустыниванию*** отдельных районов. Экологическими последствиями этих процессов является уничтожение растительности, гибель фауны, сокращение числа микроорганизмов и в целом уменьшение биоразнообразия. Каждый килограмм взрывчатого вещества обычной бомбы вызывает разрушение экосистемы на площади 12,5 $м^2$ (Горшков, 1982). Так, военные действия привели к полному уничтожению почвы, а, следовательно, растительности и мезофауны в Подгорно-равнинном районе Чечни — главном плацдарме прямого военного воздействия и основном сельскохозяйственном районе республики. Ранее здесь были распространены самые плодородные земли: малогумусные черноземы, лугово-черноземные глинистые и суглинистые почвы, которые были практически полностью уничтожены на площади 40-50 тыс га, т. е. почти на всей части пахотных угодий.

Повсеместное уничтожение почвы, растительности и животных отмечалось во время войны на территории Вьетнама, Лаоса и Камбоджи. Здесь впервые в истории войн объектом поражения явилась среда обитания целых народов (посевы сельскохозяйственных растений, плантации технических культур, джунгли и мангровые леса). В 1966 г. военно-воздушные силы США сбросили на Вьетнам 638 тыс. авиабомб, а за период 1965-1971 гг. размеры бомбардировок составили 6,2 млн т авиабомб. Это привело к образованию 12 млн воронок. Кроме того, во время мусонных дождей специально вызывались искусственные ливни, приводящие к глубокой ***эрозии*** почв. В результате в Индокитае районы интенсивных бомбардировок практически полностью лишились почвенного и

растительного покровов и превратились в непригодные для земледелия территории.

Сбрасывание бомб и взрывы оказываются своего рода «спусковым механизмом» для активизации ***склоновых процессов.*** Обстрелы склонов из артиллерийских систем и подрывы в зонах зарождения ***лавин*** использовались достаточно давно, начиная с 30-х гг. прошлого века. Этот способ использовался для спуска лавин как в мирное время для уменьшения опасности в Альпах в Швейцарии и в Хибинах на Кольском полуострове, так и во время сражений Второй мировой войны на Кавказе при защите Эльбруса. Исследованиями В. Читадзе, участвовавшего в составе особого горнострелкового отряда в защите Эльбруса, было установлено, что для успешного схода лавины необходимо использовать 100 мм зенитные орудия со специальными взрывателями, при которых взрыв происходит не от удара о грунт (снег), а по установленному моменту.

Другим примером активизации склоновых процессов во время военных действий является профилактическая бомбардировка горных склонов в Афганистане. Она производилась с целью схода ***осыпей*** и ***обвалов*** до начала движения войск и военной техники при выводе советских войск.

Активизация склоновых процессов в районах военных действий и на испытательных полигонах происходит также из-за вариаций атмосферного давления при запуске тяжелых ракет. В связи с закрытостью темы точных литературных данных найти не удалось, хотя сам факт усиления экстенсивности и интенсивности этих геологических процессов с неблагоприятными экологическими последствиями не вызывает сомнения.

Рассматривая воздействие ***испытаний оружия*** на активизацию геологических процессов (прежде всего землетрясений) с неблагоприятными экологическими последствиями, остановимся на подземных ядерных взрывах (ПЯВ). Во второй половине XX в. ядерными державами (США, СССР, Англия, Франция, Китай, Индия, Пакистан) проведено около 1600 ПЯВ, зарегистрированных сейсмическими станциями во всем мире.

Общие представления о масштабах проводимых подземных испытаний на территории бывшего СССР дает карта (рис. 104), опубликованная в книге В.И. Булатова «Россия радиоактивная» (1998). Особенно следует отметить, что ряд испытаний проводился в районах с повышенной (выше 6 баллов по MSK-64) сейсмичностью в районе оз. Байкал и долины р. Амударья.

Подчеркнем мысль о принципиальной возможности вызывать землетрясения ударными воздействиями, в том числе и ядерными, хотя среди исследователей нет однозначного мнения о силе этого воздействия. А. В. Николаев и А. Д. Жигалин (2003) подчеркивают мысль о принципиальной возможности вызывать землетрясения ударными воздействиями, в том числе и ядерными. Н. А. Ясаманов (1993) непосредственно указывает на то, что после ядерного испытательного взрыва в штате Невада в декабре 1968 г. возникло землетрясение силой 5 баллов. Кроме того, известно, что с конца октября 2001 г. по начало апреля 2002 г. на территории Афганистана зарегистрировано около 40 землетрясений, часть из

которых можно связать с воздействием тяжелой авиации во время антитеррористической операции.

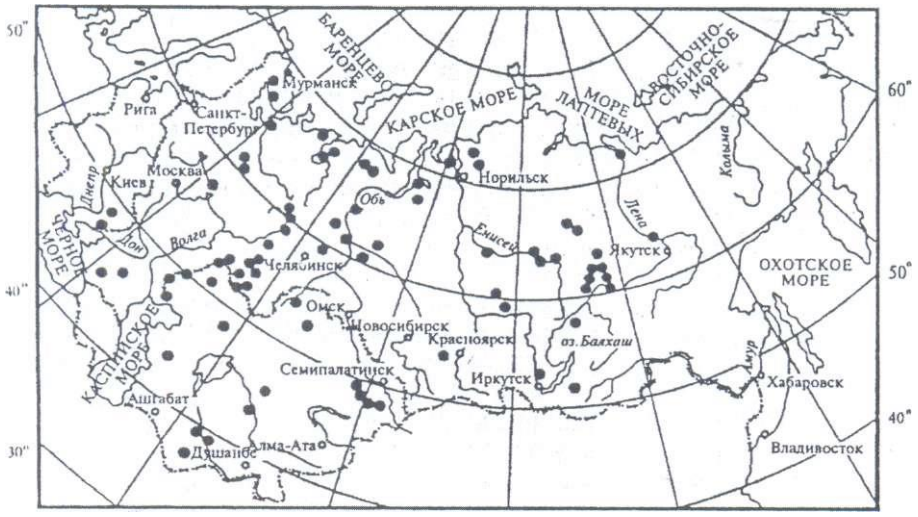


Рис. 104. Подземные ядерные взрывы в бывшем СССР, проводившиеся в мирных целях за пределами ядерных суперполигонов

Исследования, проведенные на полигонах Семипалатинск, Новая Земля, Невада и др. позволяют утверждать, что воздействия ПЯВ сводятся к кратковременному увеличению сейсмичности на расстоянии 2000 км от места испытаний, в увеличении частоты землетрясений в первые 5-10 дней после воздействия, затем в их уменьшении до фоновых значений и в максимуме сейсмической активности через 30-40 дней (Природные опасности России. Сейсмические опасности, 2000).

Землетрясения различной интенсивности характеризуются неодинаковой реакцией на ПЯВ. Для Памиро-Гиндукушских землетрясений (Центральный Таджикистан) наиболее сильное инициирующее воздействие взрывов наблюдается для землетрясений с магнитудами 3,5-4,5 и более. Об экологических последствиях землетрясений такой интенсивности было сказано выше.

Рассматривая экологические последствия геологических процессов с позитивных и негативных сторон, следует привести высказывания А. А. Николаева о положительных эффектах от ядерных испытаний. С его точки зрения, ПЯВ активизирует слабую и умеренную сейсмичность, способствующую сбросу части тектонических напряжений в районах Калифорнии и Средней Азии. Следовательно, вероятность возникновения мощных землетрясений с катастрофическими экологическими последствиями благодаря техногенным воздействиям в этих районах уменьшается.

Все эти данные по возможности преднамеренного использования геологических процессов позволили военным (Военная экология, 2000) ввести новый термин «литосферное оружие», подразумевающее инициирование землетрясений и извержений вулканов для уничтожения противника.

Таким образом, можно констатировать, что военные действия существенно активизируют как экзогенные, так и эндогенные геологические процессы, проявление которых обусловливает ухудшение условия существования биоты и часто вызывает массовую гибель растений, животных и людей (табл. 109).

Таблица 109. **Экологические последствия проявления геологических процессов при военных действиях**

Виды воздействия	Техногенные геологические процессы	Негативные экологические последствия
Передвижение войск	Дефляция	Уничтожение почвы, потеря плодородия
	Эрозия	Уничтожение почвы, вывод части земель из оборота
Создание фортификаци-онных сооружений	Заболачивание	Снижение плодородия, потери урожая
	Засоление	
Действия по уничтожению противника	Лавины	Травматизм и гибель людей
	Осыпи, обвалы	
	Эрозия	Потери урожая и вывод пашни из оборота
	Землетрясения	Дискомфорт проживания населения

Лекция 3
3 Оценка экологического состояния территорий

Характер взаимоотношений биоценоза (совокупности живых организмов) и биотопа (окружающей среды) в пределах определенной территории (ландшафта, природно-техногенного комплекса) определяется понятием экологическое состояние данной территории. Оно может быть природным (не деформированным) или подверженным деформации техногенезом.

Состав и свойства биотопа (окружающей среды) определенной территории определяется составом и свойствами составных частей (элементов) этой среды: почвами; видами и интенсивностью проявления экзогенных, эндогенных и неотектонических геологических процессов; глубиной залегания и степенью защищенности грунтовых вод; свойствами и состоянием поверхностных вод и воздуха атмосферы. Эти компоненты окружающей среды, растительный и животный мир по разному реагируют на различные факторы техногенного воздействия (по разному деформируются техногенезом) и восстанавливаются в разной степени и с разной скоростью.

С другой стороны, *экологическое состояние определенной геосистемы (ПТК) может быть подвергнуто техногенному воздействию и в разной степени деформировано им с изменением природных характеристик территории и обусловленной этим разной степенью неблагоприятности ее для жизни человека и его хозяйственной деятельности.*

М.Г. Ясовеев [ ] предлагает природное экологическое состояние определенной территории, обуславливающее способность этой территории реагировать на определенные типы техногенного воздействия, называть **геоэкологической обстановкой**. А экологическое состояние, деформированное техногенезом и определяющее степень комфортности проживания человека и его хозяйственной деятельности, называть **геоэкологической ситуацией.**

Общая классификация разнообразных природных объектов по степени их подверженности разным видам техногенного воздействия и состояния окружающей среды в результате этого воздействия, обуславливающее степень комфортности проживания человека и его хозяйственной деятельности, к настоящему времени не разработана. Но есть примеры разработки таких классификаций на качественной и количественной основе для отдельных территорий и конкретных городских агломераций.

3.1 Качественная оценка экологических ситуаций

Качественные оценки экологических ситуаций, выполняемые обычно экспертным путем, основаны на анализе ряда критериев: средо- и ресурсовоспроизводящих свойствах ладшафтов; величине антропогенной нагрузки; состоянии компонентов среды (загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение вод суши, нарушение водного режима, загрязнение морей, эрозия почв, дефляция почв, засоление почв,

обезлесивание (перерубленных лесов), деградация лесов под влиянием техногенных воздействий, деградация пастбищ, истощение рыбных ресурсов, нарушение мерзлотного режима почво-грунтов, отчуждение продуктивных земель, потеря рекреационных ресурсов, нарушение режима особо охраняемых природных территорий [20]); **условия проживания человека.**

Наиболее употребляемыми являются 5-6-членные классификации экологических ситуаций, различающихся по степени остроты. Оценки могут даваться **для ПТК (ландшафтов) или единиц административно-территориального деления. Состояние отдельных компонентов среды может оцениваться в баллах. Общая оценка экологических ситуаций в пределах территориальных единиц дается в виде сумм баллов или в форме лингвистических переменных, связанных с их шкалами.**

Пример классификации экологических ситуаций по средо- и ресурсовоспроизводящим свойствам ладшафтов и условиям проживания человека (Стурман)

Удовлетворительная ситуация **– отсутствие прямого или косвенного антропогенного воздействия на ландшафты; все показатели свойств ландшафтов не изменяются и находятся в фоновом состоянии.**

Конфликтная ситуация **- наблюдаются незначительные в пространстве и во времени изменения в ландшафтах, в том числе, в средо- и ресурсовоспроизводящих свойствах, что ведет к сравнительно небольшой перестройке структуры ландшафтов и их восстановлению в результате процессов саморегуляции природного комплекса или проведения несложных природоохранных мер.**

Напряженная ситуация **- отмечаются негативные изменения в отдельных компонентах ландшафтов, что ведет к нарушению или деградации отдельных природных ресурсов и, в ряде случаев, к ухудшению условий проживания. При соблюдении природоохранных мер напряженность экологической ситуации, как правило, спадает.**

Критическая ситуация **- возникают значительные и слабокомпенсируемые изменения ландшафтов, происходит быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов (в т. ч. генофонда), уникальных природных объектов, наблюдается устойчивый рост числа заболеваний из-за резкого ухудшения условий проживания. Антропогенные нагрузки, как правило превышают установленные нормативные величины и экологические требования. При уменьшении или прекращении антропогенных воздействий и проведении природоохранных мероприятий возможна нормализация экологической обстановки, улучшение условий проживания населения и частичное восстановление ландшафтов.**

Кризисная ситуация **- в ландшафтах возникают очень значительные и слабо компенсируемые изменения, в результате которых происходит полное истощение природных ресурсов; антропогенные нагрузки, как правило, устойчиво и многократно**

превышают установленные нормативные величины и экологические требования, вследствие чего резко ухудшается здоровье населения; если не принять срочных кардинальных мер, то переход к катастрофической ситуации может произойти в течение небольшого промежутка времени (3-5 лет).

Катастрофическая ситуация **-глубокие и часто необратимые изменения природы, утрата природных ресурсов и резкое ухудшение условий проживания населения, вызванными в основном многократным превышением антропогенных нагрузок на ландшафты региона; важным признаком катастрофической ситуации является угроза жизни людей и их наследственности, а также утрата генофонда и уникальных природных объектов; она может наступить внезапно, как например, при аварии на АЭС (Чернобыль), или сформироваться постепенно при нарастающем изменении природы (Приаралье).**

Пример классификации экологических обстановок и ситуаций по состоянию компонент ландшафтов, оцениваемых в баллах

Приведен пример анализа экологического состояния территории Припятского нефтеносного бассейна республики Беларусь по отношению к нефтебуровым работам - преобладающему в данном регионе виду техногенного воздействия [2014].

Комплексный анализ на основе разработанных оценочных критериев основных природных характеристик определенных районов нефтеносного бассейна позволил оценить их геоэкологическую обстановку с точки зрения возможности подвергаться определенному типу техногенного воздействия. Выделены 4 вида геоэкологических обстановок, характеризующихся разной степенью подверженности техногенному воздействию при проведении нефтебуровых работ (таблица 4.2).

Крайне неблагоприятная геоэкологическая обстановка характерна для пойменных ландшафтов с недренированными и разной степени дренированности торфяно-болотными и дерново-подзолистыми заболоченными почвами. Вещественный состав почв представлен песками, реже супесями и суглинками. По степени водности почвы гидроморфные. Грунтовые воды незащищенные, глубина их залегания от 0 до 2 м. Интенсивность неотектонических движений 10-15 мм/год. Среди экзогенных процессов здесь преобладают русловая эрозия и заболачивание.

Существенно неблагоприятная геоэкологическая обстановка характерна для аллювиальных террасированных слабо дренированных ***ландшафтов с*** дерново-подзолистыми заболоченными и дерново-подзолистыми почвами. Их вещественный состав представлен песками, супесями, суглинками и торфом. Почвы гидроморфные, грунтовые воды, слабо защищенные и незащищенные с уровнем залегания от 2 до 3 м. Интенсивность неотектонических движений 5-10 мм/год. Здесь проявляются следующие экзогенные процессы: заболачивание, русловая и ветровая эрозия, суффозия.

Критерии оценки геоэкологических условий территории

Природно-территориальный комплекс	Вещественный состав; баллов	Экзогенные процессы; К, баллов	Степень неотектонической активности, мм/год; баллов	Уровень грунтовых вод, м; баллов
Вторичноморенный умеренно дренированный на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах	Супеси, суглинки; 4	Суффозия, плоскостной смыв, заболачивание 0,05–0,10; 4	Относительная стабильность, 1–2; 4	5–10; 4
Вторичный водно-ледниковый умеренно дренированный на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах; Морено-зандровый слабо дренированный на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах	Пески, супеси, реже суглинки; 3	Эолообразование, плоскостной смыв, заболачивание, суффозия 0,10–0,25; 3	Слабая активизация, 2–5; 3	3–5; 3
Аллювиальный террасированный слабо дренированный на дерново-подзолистых заболоченных почвах и дерново-подзолистых почвах	Пески, супеси, суглинки, торф; 2	Русловая эрозия, заболачивание, эолообразование, суффозия 0,25–0,50; 2	Слабая и умеренная активизация, 5–10; 2	Преобладают 2–3, участками 0–2; 2
Нерасчлененные комплексы, с преобладанием болот, недренированные на торфяно-болотных почвах; Пойменные разной степени дренированности на дерновых заболоченных почвах	Пески, реже супеси, суглинки; 1	Русловая эрозия, заболачивание, более 0,50; 1	Умеренная активизация, 10–15; 1	0–2; 1

Таблица 4.2

Припятского нефтеносного бассейна (по природным факторам)

Степень защищенности грунтовых вод; баллов	Почвы; баллов	Растительный покров	Геоэкологическая обстановка; сумма баллов
Защищенные, относительно защищенные; 4	Автоморфные, реже полугидроморфные; 3	Широколиственно-еловые, зеленомошно-кисличные, сосновые кустарничково-зеленомошные леса	Относительно благоприятная; 23
Относительно защищенные; 3	Автоморфные, полугидроморфные, реже гидроморфные; 2	Сосновые кустарничково-зеленомошные, широколиственно-сосновые орляково-зеленомошно-кисличные, дубово-грабово-орляково-черничные леса; Широколиственно-еловые зеленомошно-кисличные леса, дубравы кисличные и снытевые	Неблагоприятная; 17
Слабо защищенные, незащищенные; 2	Гидроморфные; 1	Широколиственно-сосновые орляково-зеленомошно-кисличные и дубовые грабово-снытево-кисличные леса	Существенно-неблагоприятная; 11
Незащищенные; 1	Гидроморфные; 1	Низинные разнотравно-злаково-осоковые и гипно-осоковые болота, черноольховые травяно-осоковые и пушисто-березовые леса; Злаковые гидромезофитные, реже злаковые настоящие, крупнозлаковые мезогидрофитные и злаковые остепненные луга	Крайне неблагоприятная; 6

Неблагоприятная геоэкологическая обстановка характерна для вторичных водно-ледниковых умеренно дренированных ландшафтов с дерново-подзолистыми, реже заболоченными почвами и моренно-зандровых слабо дренированных ландшафтов с дерново-подзолистыми, часто заболоченными почвами. Вещественный состав последних представлен песками, супесями и реже суглинками. Почвы автоморфные, полугидроморфные, реже гидроморфные. Грунтовые воды относительно защищенные с уровнем залегания от 3 до 5 м. Экзогенные процессы представлены ветровой эрозией, плоскостным смывом, заболачиванием, суффозией.

Относительно благоприятная геоэкологическая обстановка характерна для вторичноморенных умеренно дренированных ландшафтов с дерново-подзолистыми, изредка заболоченными почвами. Их вещественный состав слагается супесями и суглинками. Почвы автоморфные, реже полугидроморфные. Грунтовые воды защищенные и относительно защищенные с уровнем залегания от 5 до 10 м. Экзогенные процессы представлены суффозией, плоскостным смывом и заболачиванием.

По геолого-структурным условиям и степени нефтеносности в Припятском прогибе выделены три тектонические зоны: Северная, Центральная и Южная.

На территории **Северной тектонической зоны** сосредоточены практически все крупные месторождения нефти, открытые в Припятском прогибе.Территория зоны занимает площадь 11 112 км^2. На ней пробурено 1276 скважин на нефть. Средняя плотность пробуренных скважин составляет одну скважину на 8,7 км^2 площади. Под бурение скважин было отчуждено 3891,8 га земли. Территория подверглась последствиям техногенной катастрофы 1986 г. на Чернобыльской АЭС. Уровень загрязнения цезием-137 составляет 1 Ки/км^2, иногда выше. В связи с геологическими особенностями формирования нефтегазовых залежей скважины расположены вдоль тектонических разломов и протягиваются в субширотном направлении. В этой зоне бóльшая часть скважин пробурена до глубины более 3000 м, 115 скважин пройдены на глубину свыше 4000 м. Две скважины превзошли рубеж 5000 м. Глубокие скважины вошли в кристаллический фундамент.

Территория **Центральной тектонической зоны** занимает площадь 11708 км^2, здесь пробурено 486 скважин различного назначения на нефть. Средняя плотность пробуренных скважин составляет одну скважину на 24,1 км^2. Под устройство буровых скважин было использовано 1482,3 га земли. Эта территория подвержена радиационному загрязнению (Cs^{137} от 1 до 40 Ки/км^2). Скважины распределены по всей территории зоны, однако преобладают в районах месторождений. По глубине скважины на этой территории распределились следующим образом: свыше 4000 м — на севере и юге зоны; от 3000 до 4000 м — на юге и в центре; от 2000 до 3000 м — по периметру описываемой территории. Превзошли рубеж 4000 м 56 скважин, преобладают скважины глубиной более 3000 м. Наиболее глубокой является Малодушинская скважина № 20 — 5250 м. На этой территории открыты

Малодушинское, Барсуковское, Кербецкое, Надвинское, Комаровичское месторождения нефти.

Территория **Южной тектонической зоны** занимает площадь 9952 км^2. На ней пробурено 170 скважин различного назначения. Средняя плотность пробуренных скважин составляет одну скважину на 58,5 км^2. На этом участке территории наиболее высокий уровень радиоактивного загрязнения (загрязненность по Cs^{137}до 40 и более Ки/км^2).В результате нефтебуровых работ было использовано 518,5 га земли. Скважины в зоне размещаются не равномерно, наибольшее их количество приурочено к центральной части территории. Большая часть скважин имеет глубину 2000-3000 м; 16 скважин — более 4000 м. В пределах зоны две скважины имеют глубину свыше 5000 м. На территории Южной тектонической зоны месторождений нефти не выявлено.

Наибольшее количество пробуренных глубоких скважин в Припятском прогибе связано с поисками нефти. Естественно, что разбуренность территории связана с ее нефтеносностью.

Поисковые и разведочные работы в районах нефтяных месторождений активизируют ряд процессов (геохимических, гидрологических, гидрогеологических и физико-механических), способствующих преобразованию геокомпонентов. Данные процессы вызывают формирование техногенных форм рельефа, геохимическое загрязнение почв, загрязнение поверхностных и увеличение минерализации подземных вод, изменение гидрогеологических условий территории.

По степени нарушенности геосистемы при поиске, разведке и добыче нефти выделены геоэкологические ситуации разной степени сложности в зависимости от количества пробуренных скважин, плотности скважин на единицу площади территории, глубины скважин, размеров месторождений нефти, а также побочного фактора – подверженности радиоактивному загрязнению в связи с аварией на Чернобыльской АС в 1986 году.

В результате разной интенсивности воздействия перечисленных факторов в пределах Припятского прогиба выделены три зоны с разными степенями сложности геоэкологической ситуации – **чрезвычайно сложная геоэкологическая ситуация** в Северной тектонической зоне, **сложная геоэкологическая ситуация** в Центральной тектонической зоне и **простая геоэкологическая ситуация** в Южной тектонической зоне.

Предложенная типизация устанавливает, что в рассмотренной ландшафтной ситуации наиболее опасными процессами при взаимодействии геосистемы и техносферы являются: загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, грунтов, изменения гидрогеологических условий, рельефа, состояния и свойств пород, геодинамической ситуации.

Пример оценки экологической ситуации среды на территории городской агломерации

На схематической карте (рис. 78) приведены результаты качественной оценки экологической ситуации на территории Москвы путем простого суммирования баллов, выражающих степень загрязнения элементов окружающей среды.

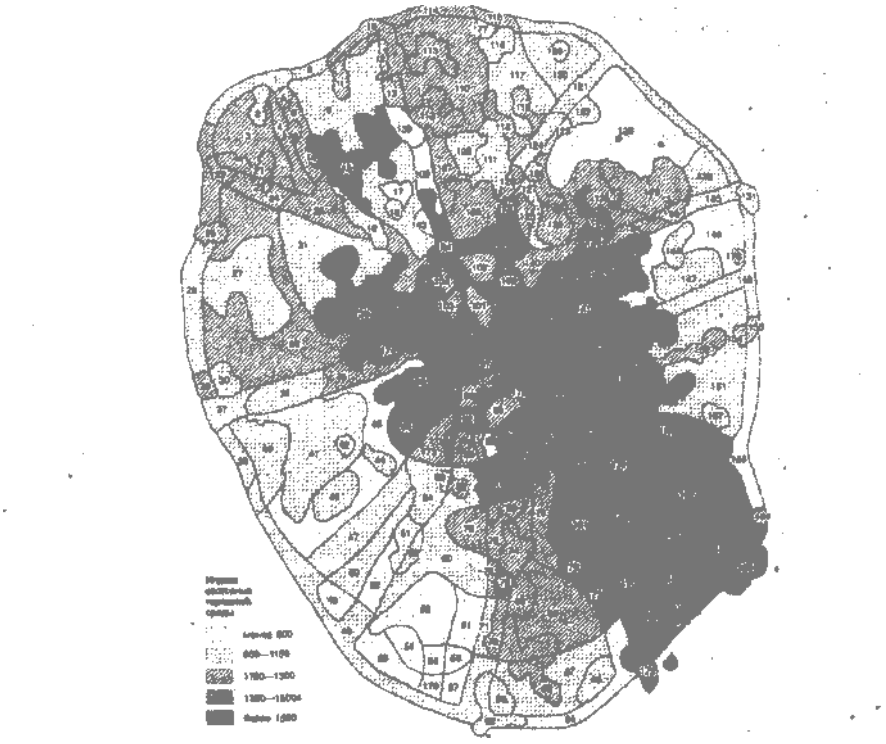


Рис. 78. Схематическая карта комплексной оценки состояния среды на территории Москвы, в баллах по [4]

Проблемы использования приведенных методов и критериев оценки экологических ситуаций связаны как с их неоднозначностью, недостаточной определенностью, так и с очевидной возможностью противоречий, когда для одного и того же района разные признаки могут соответствовать разным оценочным ступеням. При недостаточной строгости критериев проблематичны и межрегиональные сопоставления оценок экологических ситуаций. На практике в каждом регионе, исходя из местных критериев, обычно выделяют весь или почти весь спектр оценок, хотя реальное содержание одинаковых оценок в разных регионах может быть разным (подобно неодинаковой весомости «троек» и «пятерок» в разных школах) и «катастрофическое» по меркам Хабаровского края может оказаться вполне «умеренным» для Челябинской области.

3.2 Количественная оценка состояния среды

Количественное экологическое картографирование ввиду методической сложности, и трудоемкости не получило пока широкого распространения. Количественные оценки состояния среды не могут быть сведены к совокупности характеристик состояния её компонентов. Необходим переход от множества частных показателей к одному обобщающему. Реализуемым на практике вариантом этого перехода являются определение суммарных показателей (индексов) загрязненности воздуха (ИЗА), воды (ИЗВ), почв (Z_c) и их дальнейшее обобщение на основе характеристик оценки значимости состояния каждого из компонентов природной среды. Известные и апробированные методики позволяют количественно оценить значимость состояния компонентов природной среды лишь на основе гигиенических критериев, т. е. с позиций оценки влияния на здоровье населения. Такой подход применим в пределах урбанизированных территорий, в то время как для природных и квазиприродных ландшафтов выполнение количественных интегральных оценок сдерживается отсутствием подходящих экологических критериев (ПДК, определенные с точки зрения воздействия загрязнений на экосистемы, что на практике не достигнуто). Для территорий (прежде всего, урбанизированных), достаточно охарактеризованных количественными данными и о состоянии здоровья населения, может быть проведена интеграция покомпонентных показателей в суммарный показатель антропогенной нагрузки (СПАН).

Для определения показателей весомости перечисленных индексов загрязненности воздуха, воды и почв использовались значения коэффициентов корреляции между общей заболеваемостью детей по участкам обслуживания детских поликлиник и соответствующими показателями экологической обстановки на территориях тех же участков.

С учетом коэффициентов корреляции между заболеваемостью детей и индексами загрязнения воздуха, воды и почв определялся суммарный показатель антропогенной нагрузки СПАН для отдельных участков городской территории

Построенная по данной методике карта представлена на рис. 80. Максимальные значения СПАН приурочены к промышленным зонам и прилегающим территориям, а также к основной транспортной магистрали, минимальные - к районам частной застройки усадебного типа. «Языки», выходящие за городскую территорию, связаны с основными автодорогами.

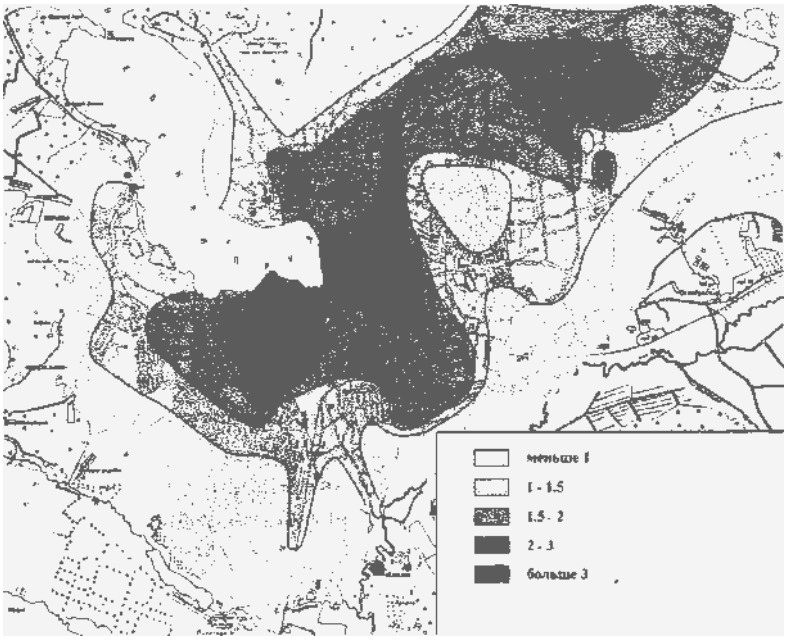


Рис. 80. Карта суммарных показателей антропогенной нагрузки (СПАН)

Лекция 3

Виды работ, проводимых при геоэкологическом картировании.

3 ВИДЫ РАБОТ, ПРОВОДИМЫХ ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

Проведение геоэкологических исследований в Российской Федерации регламентируется Требованиями [ ], изданными в 1990-ом и 1995-ом годах, и осуществляется геологосъемочными, гидрогеологическими и инженерно-геологическими партиями геологосъемочных и гидрогеологических экспедиций Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Эти работы финансируются Госбюджетом страны. Работы масштаба 1:25 000 и крупнее должны финансироваться владельцами горнодобывающих предприятий и выполняться их соответствующими службами.

Основной целью геологосъемочных, геологопоисковых и других партий является изучение геологического строения и попутный поиск полезных ископаемых на картируемой территории. Целью проводимых при этом экологических исследований является изучение природного экологического состояния картируемой территории, а также изучение степени подверженности ее текущему воздействию проводимых и возможному воздействию последующих геологических и эксплуатационных работ.

Геоэкологические исследования, как комплекс работ по изучению техногенного воздействия добычных предприятий и предприятий другого назначения (перерабатывающих, энергетических, транспортных и др.) не могут выполняться геологическими и другими родственными им партиями по трем причинам:

- не тот масштаб работ (смотри Требования…) и не тот источник финансирования;
- не та цель для геологического персонала геологических партий при работах на территории предприятий, не добывающих полезные ископаемые;
- на территории предприятий, перерабатывающих природное сырье, энергетических, промышленных, транспортных и других комплексов геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические материалы уже имеются, поскольку геологические, гидрогеологичесие и инженерно-геологические изыскательские работы уже были проведены (вся территория страны покрыта съемкой м-ба 1:200 000, перед любым строительством на подлежащей застройке территории обязательно проводятся изыскательские работы).

Значит самостоятельное геоэкологическое картирование должно осуществляться экологической службой предприятия, на территории которого планируется проведение этих работ, или специализированными экологическими подразделениями по договору. При этом, маловероятно чтобы в штате этих подразделений имелись геологи, поскольку из геосреды

при геоэкологических исследованиях интерес представляют, по сути дела только почвы и подземные воды. Исследование почв и подземных вод для экологов дело знакомое, а информацию о почвообразующих породах (необходимую экологам) можно взять с имеющихся геологических карт (составленных по результатам предшествующих геологических или геолого-экологических работ).

3.1 Виды предшествующих работ, отчетные материалы которых могут использоваться при самостоятельном геоэкологическом картировании

Предшествующими самостоятельному геоэкологическому картированию работами являются мелкомасштабные (1:1 000 000 и 1:500 000) региональные геолого-геофизические исследования и геологосъемочные работы масштабов 1:200 000 (среднемасштабные) и 1:50 000 (крупномасштабные), выполненные до 80-ых годов прошлого столетия и геолого-экологические исследования и картографирование масштаба 1:200 000 – 1:100 000,геолого-экологические исследования и картографирование масштаба 1:50 000 -1:25 000 и гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 с эколого-геологическими исследованиями и картографированием, выполненные после 80-ых годов.

При этом, региональные геолого-геофизические исследования и геологосъемочные работы масштаба 1:200 000, были проведены на всей территории страны (за исключением небольшой территории Чукотки), а геолого-экологические исследования и картографирование масштабов 1:200 000 и 1:50 000 – на отдельных территориях горно-рудных районов, нефтегазовых и угольных бассейнов. Во всех случаях в состав геолого-геофизических исследований и геологосъемочных работ входили следующие виды специализированных работ: аэро-космические, собственно геологические, геофизические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-проходческие, буровые работы и лабораторные исследования; а в состав эколого-геологических исследований ещё и экологические исследования. Отчетные материалы всех этих видов работ и исследований могут использоваться при самостоятельном геоэкологическом картировании в качестве информации о состоянии геосферы и экологическом состоянии территории на период проведения этих предшествующих исследований (работ).

Ниже приведены задачи и методика специализированных видов работ, проводимых в составе региональных геолого-геофизических исследований, геологосъемочных работ и эколого-геологических исследований.

3.1.1 Аэро-космические работы

Сущность аэро-космических работ состоит в получении фотоснимков, электронных или иных изображений земной поверхности (материалов аэро-

космической съемки – МАКС) для последующего их специализированного дешифрирования в целях получения информации для различных отраслей хозяйства страны: для военных, геологов, работников сельского и лесного хозяйств, гидроэнергетиков, навигационных служб, работников МЧС страны, пожарных и других служб и ведомств. Эти материалы можно использовать также и для получения экологической информации.

3.1.1.1 Способы получения аэро-космоматериалов

Аэро-космические работы делятся на аэросъемку и космосъемку.

Аэросъемка осуществляется с помощью летательных аппаратов наземного базирования. Аэросъемку производят с высоты до 12 км самолетами АН-28, 30; ИЛ-14; АН-2; ТУ-134 и вертолетами МИ-28. Залеты (направление полета) летательных аппаратов обычно ориентируют в широтном направлении, а частоту срабатывания затвора аэрофотоаппарата устанавливают такой, чтобы соседние снимки перекрывались на 60% в направлении залета и на 30% в соседних рядах снимков. Перекрытие снимков в направлении залетов обеспечивает возможность получения объемного изображения земной поверхности (возможность получения стереомодели) при рассматривании соседних снимков с помощью стереоскопа. Стереоскоп - оптический прибор, позволяющий одновременно рассматривать левым глазом левый снимок, а правым – правый, что создает эффект объемного зрения. Наблюдение объемного изображения рельефа позволяет с бóльшей достоверностью дешифрировать особенности геологического строения изображенной на снимке территории.

Кроме этого, перекрытие снимков позволяет производить измерительные операции на снимках: измерение превышений точек рельефа, крутизны склонов, а также с помощью специальных приборов – построение горизонталей. Это позволило составлять топографические карты по аэроснимкам, что снизило затраты на их изготовление и повысило точность изображения земной поверхности и расположенных на ней объектов.

Космические материалы получают с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ), пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций (ОС). Особенность космофотоматериалов – отсутствие специально задаваемого перекрытия соседних снимков, что не позволяет получать объемное изображение земной поверхности.

В России широко используется ИСЗ типа МЕТЕОР, РЕСУРС, ЭЛЕКТРО, ОС МИР, КА АЛМАЗ, МКС АЛЬФА и др.

За рубежом известны американские: LANDCAT, GMSP и др.; канадский RADARSAT, европейские: POES, GOES, EVMECAT, SPOT; японские: GMS, JERS. В последние годы появились малые спутники массой от 50 до 300 кг. Ежегодно на орбиту выводятся в среднем восемь новых ИСЗ, а всего в космосе в настоящее время находится порядка 250 ИСЗ. Для координации действий по разработке и запуску ИСЗ для научных целей создан международный комитет GEOS.

Самолеты и космические носители оснащены обширными комплексами аппаратуры. Использование современных многоволновых приборов (радиометров, спектрометров, поляриметров, скаттерометров, радарных и лазерных систем) позволяет выявлять ификсировать развитие природных и техногенных катастроф. Оптические и инфракрасные приборы могут регистрировать нарушения рельефа, наводнения, загрязнение океанов нефтью и т.д. При большой облачности используют СВЧ-радиометры и радары высокого разрешения. Многозональные сканирующие устройства, СВЧ-радиометры, радиолокаторы позволяют выявить антропогенное загрязнение территории, определить состояние почв, снежного и ледового покрова, контролировать опустынивание, исследовать зоны многолетней мерзлоты.

Преимуществами аэро-космических исследований являются:

- возможность охвата обширных территорий;
- анализ нескольких компонентов природы в их взаимосвязи,
- высокая оперативность и эффективность контроля,
- непрерывность и повторяемость во времени.

Аэроматериалы преимущественно используются при исследованиях в среднем и крупном масштабах, а космические - при мелкомасштабном картировании.

3.1.1.2 Виды аэро-космической съемки

Аэро-космическая съемка подразделяется на фотографическую, телевизионную, многозональную, спектрометрическую, ультрафиолетовую, инфракрасную (тепловую), радиотепловую, радиолокационную и лазерную (лидарную). Фотографическая съемка выполняется фотоаппаратами на фотопленке, которую затем доставляют на Землю для дальнейшей обработки и получения плановых и перспективных снимков.

При телевизионной съемке изображение проектируется на приемное устройство – видикон. С видикона электрические сигналы по радиоканалу поступают на Землю или записываются на магнитную пленку с последующей передачей. Съемка осуществляется с помощью телевизионных камер (кадровая) или сканирующих устройств. При кадровой съемке проводится последовательная экспозиция различных участков поверхности и передача изображения по радиоканалам. При сканерной съемке изображение получается в виде непрерывной ленты. Со сканирующих устройств информацию непосредственно с магнитных лент можно вводить в ЭВМ.

Многозональная съемка выполняется как с помощью фотографических аппаратов (МКФ-6,4 ЗЕНИТ АЭРО-70 7), так и с помощью электронно-оптических сканирующих систем (Фрагмент). Съемку делают в различных интервалах спектра белого света и снимки получают в цветах разложенного белого цвета (в цветах радуги) так называемые синтезированные псевдоцветные изображения.

Перечисленные виды съемки позволяют наблюдать за тайфунами, ураганами, изучать динамику состояния природной среды, характер антропогенного загрязнения (табл. 1).

Спектрометрическую съемку проводят специальными приборами - спектрографами, которые измеряют коэффициенты спектральной яркости природных объектов относительно эталона. Спектрометрическая съемка позволяет создавать банк данных о спектральных характеристиках различных объектов и типах подстилающей поверхности, регистрировать концентрацию CO_2, малых примесей (SO_2, NO, NO_2), аэрозолей и озона.

Ультрафиолетовая съемка осуществляется с использованием специальных источников излучения и фотоумножителей в качестве приемников. Её разновидность – флуоресцентная съемка – используется для обнаружения урановых месторождений, нефти и газов, способных светиться при облучении ультрафиолетом.

Таблица 1

Виды аэрокосмических исследований

Методы съёмки	Цель осуществляемых исследований
Телевизионная	Оперативная оценка окружающей среды
Телевизионная, радиотепловая, радиолокационная	Оценка состояния почв и растительности
Телевизионная, инфракрасная, радиотепловая	Распространение пожаров, вулканическая активность, прогнозирование землетрясений
Инфракрасная, лазерная, сканерная	Загрязнение воздушного бассейна
Телевизионная	Изменение ландшафтов под влиянием горнодобывающих предприятий
Фотографическая, телевизионная	Горное оледенение, движение ледников, прогнозирование селей, схода снежных лавин, оползней
Фотографическая, телевизионная, радиолокационная	Оценка ледовой обстановки, передвижение айсбергов
Радиотепловая, радиолокационная	Изучение влажности почв и грунтов зоны аэрации
Лазерная	Концентрация газов в городских и промышленных районах, вдоль трубопроводов и т.д.
Инфракрасная	Утечки тепла, сброс теплых вод, изучение геологических процессов в районах многолетней мерзлоты
Лазерная	Исследование атмосферы

Ультрафиолетовая	Обнаружение урансодержащих пород
Лазерная, ультрафиолетовая, инфракрасная, радиолокационная	Нефтяное загрязнение

Инфракрасная съемка, или тепловая фиксирует тепловое излучение природных объектов. Широко применяется для изучения районов вулканической активности, морских акваторий, подземных вод, геологических процессов в районах многолетней мерзлоты, нефтяного загрязнения.

Радиотепловая съемка регистрирует излучение природных объектов в микроволновом диапазоне электромагнитного спектра. Используется для изучения геотермальных объектов, вулканической деятельности, обнаружения лесных пожаров, для наблюдения за состоянием поверхностных вод, лесов, сельскохозяйственных угодий и т.д.

Радиолокационная съемка фиксирует естественное радиоизлучение объектов и искусственный радиосигнал от этих объектов в сантиметровом диапазоне спектра 0 ,3 - 10 0 см. Ее применяют при исследовании нефтяного загрязнения водной поверхности, изучения зон чрезвычайной ситуации, изменения характеристик земной поверхности (влажности, засоленности и т.д.).

Лазерная съемка (лазерные локаторы – лидары) позволяет оценивать загрязнение воздуха, состояние дна водоемов и т.д. С помощью лазерного флуоресцентного зондирования наблюдают за источниками загрязнения природной среды, измеряют концентрации примесей в водной среде (хлорофилл, нефтепродукты и т.д.), изучают распределение примесей по глубине, распознают геологические породы (см. табл. 1).

3.1.1.3 Материалы съёмки

В результате съёмки получают информацию в виде негативов и аналоговых сигналов, записанных на магнитную ленту. После обработки исходных материалов имеем позитивные отпечатки (аэро- и космоснимки), фотодиапозитивы, цифровые данные на магнитной ленте, пригодные для обработки на ЭВМ, распечатки, графики и диаграммы, построенные ЭВМ. Чаще всего для геолого-экологических исследований используются чернобелые, цветные и синтезированные (в узких диапазонах спетра видимого излучения) фотоснимки.

По уровню генерализации, степени обзорности и величине разрешающей способности космические снимки подразделяются на:

-глобальные – масштаб мельче 1:15 000 000,

- континентальные – 5 000 000 – 1:2 500 000,

- региональные - 1:1 000 000 – 1:500 000,

- локальные – 1:200 000 – 1:100 000,

- детальные – крупнее 1: 100 000.

Аэроснимки подразделяются на:

- мелкомасштабные – масштаб мельче 1:30 000,
- среднемасштабные – 1:30 000 – 1:10 000,
- крупномасштабные – крупнее 1:10 000.

3.1.1.4 Дешифрирование аэро-космоматериалов.

Дешифрирование аэро-космических материалов позволяет получить информацию о характере рельефа, а через рельеф о геологическом строении территории, гидрографии, проявлении экзогенных и эндогенных геологических процессов, о некоторых свойствах ландшафтов и почв, о распространении ореолов техногенных загрязнений окружающей среды, о пораженности болезнями или вредителями лесных массивов. По материалам аэро-космических работ выделяют границы ландшафтов, определяют контрольные участки для полевых наблюдений. При помощи аэрокосмического мониторинга можно оценить современное состояние геологической среды и растительных сообществ, проследить динамику их изменения и наметить необходимые мероприятия по ликвидации негативных последствий; выявлять антропогенное загрязнение территории, определять состояние почв, снежного и ледового покрова, контролировать опустынивание определенных территорий, исследовать динамику состояния зон многолетней мерзлоты.

Дешифрирование снимков – процесс выявления, распознавания и определения характерных объектов, изображённых на снимках. При дешифрировании необходимо использовать снимки:

• масштабного ряда (принцип дешифрирования от общего к частному),

• спектрального ряда,

• временного ряда (снимки, выполненные в разное время года и разное время суток),

• ретроспективные снимки (желательно с интервалом съёмки в несколько лет).

Дешифрирование производится по прямым и косвенным признакам. К прямым признакам относятся: форма (общий контур и отдельные детали объекта), линейные и площадные размеры, тон, контраст тонов двух соседних рисунков (или цвет и тональность на цветных снимках), геометрические параметры теней объектов, структура и рисунок изображения, его взаиморасположение. Не все компоненты природной среды можно отдешифрировать по прямым признакам. Многие объекты дешифрируются с помощью ландшафтно-индикационного метода, который выражает взаимосвязь геологических объектов с составными частями ландшафта. Здесь используются косвенные дешифровочные признаки: рельеф, гидрографическая сеть, почвы, растительность и др.

Дешифрирование происходит по схеме: фотоизображение → опознаваемый индикатор → объект. Так, например, накрупномасштабных спектрозональных аэроснимках можно выявить изменение состава почв по смене растительности и величины фитомассы, которая определяется спектрометрированием.

Индикатором понижения уровня грунтовых вод является осветление фототона, ослабление контрастности рисунка, изменение его структуры.

Существуют два способа дешифрирования снимков: визуальный и автоматический.

При визуальном способе для повышения качества дешифрирования используются следующие приборы (Н.Н.Хренов):

• увеличительные (лупы),

• измерительные (синусные линейки, параллактические пластины, параллаксометры, измерительные стереоскопы, стереоскоппантографы),

• стереоскопические (стереоскопы, стереометры, стереокомпараторы, стереопроекторы, стереографы, универсальные стереофотограмметрические приборы «Топокарт», «Стекометр»),

• оптико-механические (фототрансформаторы, оптический проектор, универсальный топографический проектор УТП-2, многозональный синтезирующий проектор МСП-4),

• комбинированные (интерпретоскоп, прибор дешифрирования негативов ПДН-4),

• телевизионно-оптические (телевизионно-оптический прибор дешифровщика, прибор совещательного дешифрирования).

Автоматический способ – это распознавание объектов по их спектральным и пространственным геометрическим характеристикам. Принцип автоматического дешифрирования заключается в том, что распознающая система производит измерение объекта, подлежащего классификации, и сравнивает эти измерения с эталонными. Совпадение или близкое совпадение измерений с эталонными позволяет системе распознать объект. Наиболее эффективно выполнять автоматическое дешифрирование, когда построение контролируется и направляется оператором - геологом.

3.1.2 Собственно геологические работы

К геологическим исследованиям относятся прямые наблюдения над составом, строением, условиями образования и последовательностью залегания горных пород; площадное распространение горных пород различного генезиса; изучение проявлений магматических и метаморфических процессов и их продуктов; определение видов дислокаций, проявляющихся в горных породах и их распространение по площади работ; выявление прямых и косвенных признаков полезных ископаемых (или самих полезных ископаемых); палеонтологические и геоморфологические исследования и определение абсолютного возраста горных пород; описание проявлений экзогенных геологических процессов и видов изменения облика горных пород поверхностными процессами.

Приемы полевых наблюдений

Полевые геологические наблюдения проводятся в зависимости от масштаба работ либо путем прохождения геологических маршрутов по заранее намеченным направлениям (при региональных исследованиях и

средне- и крупномасштабных съемках), либо путем исхаживания изучаемой территории по намеченной на местности геометрически правильной сети наблюдений. Во время прохождения геологических маршрутов отбираются образцы горных пород, иллюстрирующие описанные породы; сколки (кусочки) пород для изготовления шлифов (тонких срезов для рассматривания под микроскопом); пробы пород (определенное по весу количество кусочков породы) и полезных ископаемых для лабораторных исследований; штуфы (крупные куски) горных пород с включениями полезных ископаемых или с ископаемыми органическими остатками (в случае нахождения последних).

Расстояние между маршрутами и между точками наблюдения на линии маршрута определяется масштабом геологических работ. Общие требования таковы: 1 – 4 точки на 1 квадратный сантиметр карты. В переводе на масштаб 1:50 000 это значит: фиксируемые точки наблюдения по линии маршрута должны располагаться на расстоянии 500 и 250 м одна от другой.

Описанные точки наблюдения и геологические объекты наносятся на топографическую карту и аэроснимок, а результаты наблюдений записываются в полевой дневник, где обязательно указывается номер обнажения, и делаются зарисовки особенностей геологического строения.

В маршрутах горные породы изучаются в естественных обнажениях, которые могут быть представлены выходами на земную поверхность рыхлых пород (рыхлые обнажения) и коренных (связных, сцементированных) пород (коренные обнажения).

Для вскрытия коренных пород, залегающих под рыхлыми наносами, проходятся (выкапываюся ручным или механическим способом) горные выработки (канавы и шурфы) и бурятся скважины. Проходка горных выработок и бурение скважин относятся к другим видам работ, входящим в состав геологосъемочных работ - горнопроходческим и буровым работам и выполняются специализированными производственными подразделениями.

Канава – канавообразная выработка, пройденная по рыхлым породам.

Шурф –вертикальная горная выработка квадратного или прямоугольного сечения глубиной до 30 м, проходимая как по рыхлым, так и по коренным породам.

Скважина – цилиндрическое отверстие, пройденное буровым инструментом. Скважины делятся на скважины сплошного бурения, когда разрушается порода по всему объему отверстия и на колонковые, когда высверливается столбик горной породы, называемый керном. Керн позволяет изучить строение и свойства пород на глубине в их естественном состоянии. Керн, помещенный в специальные ящики, после его описания свозится в кернохранилище. В практике геологосъемочных работ обычно используется колонковое бурение.

Горные выработки и скважины, пройденные только до коренных пород, называются картировочными. Их цель: вскрыть коренные породы для обеспечения требуемой плотности точек наблюдения по коренным породам, поскольку общегеологические карты составляются для отображения состава,

строения и условий залегания именно коренных пород. Для отображения состава и условий залегания рыхлых пород составляются карты четвертичных отложений.

Горные выработки и скважины называются поисковыми, если их целью является обнаружение полезного ископаемого.

Скважины глубокого бурения, пройденные для изучения условий залегания горных пород (геологических тел) на глубине, называются структурными.

Описание пород в горных выработках и керна колонковых скважин осуществляется в специально подготовленных для этих целей журналах и во время, не совпадающее с прохождением маршрутов, на линии которых располагаются эти выработки или скважины. Но, если в маршруте встретились горные выработки или керн скважин (расположенный вблизи скважины), пройденные и выбуренные во время предшествующих работ, то встреченные горные выработки и керн безусловно описываются.

Палеонтологические исследования в составе геологических работ проводятся с целью определения возраста осадочных и остаточных горных пород по ископаемым органическим остаткам. Ископаемые остатки отбираются из всех литологических разновидностей пород с фиксированием их положения относительно границ слоев и степени сохранности остатков. Особое внимание уделяется поиск у руководящих форм, то есть тех организмов, которые существовали непродолжительное геологическое время. Это позволяет более точно определять время накопления пород, содержащих эти остатки.

Найденные ископаемые органические остатки направляются в палеонтологические лаборатории для квалифицированного определения их ранга в классификационной систематике (и более точного определения их возраста).

Геоморфологические работы проводятся с целью определения морфологии, генетического типа рельефа и его возраста, что позволяет определить тип, интенсивность и последовательность проявления неотектонических движений. Особенности морфологии рельефа позволяют расчленять по генетическим типам и возрасту (особенно речные и озерные отложения) рыхлые неоген-четвертичные отложения.

Определение абсолютного возраста горных пород также является прерогативой собственно геологических исследований. Для нестратифицированных образований это основной способ определения их возраста. Для определения возраста пород из горных пород отбираются пробы минералов, содержащих примеси радиоактивных элементов. По соотношению содержаний распадающегося элемента и продукта его распада (радиогенного элемента), при знании скорости распада радиоактивного элемента можно определить время, в течение которого получилось данное количество продукта распада – то есть возраст горной породы. Естественным ограничением возможности использования этого принципа определения возраста является интенсивное проявление эндогенных процессов,

сопровождающихся повышением температуры горных пород (магматизма, метаморфизма, коллизионных тектонических процессов), которое способствует выносу продуктов распада.

По результатам проведенных геологических работ составляются обязательные карты: геологическая карта, карта полезных ископаемых и закономерностей размещения полезных ископаемых, геоэкологическая карта и карта фактического материала. Составляется также большое количество специальных и дополнительных карт, из которых структурная и карта четвертичных отложений дают наиболее важную информацию о самой верхней части геологической среды.

3.1.3 Геофизические исследования

Методы геофизических исследований, подразделяемые на электрометрические, сейсмометрические, гравиметрические, магнитометрические, геотермические и ядерные.

3.1.3.1 Электрометрические исследования

Электрометрические методы основаны на изучении естественных электрических и искусственно созданных (наведенных) в породах электрических полей. Определяются параметры естественных электрических полей, или электрические свойства горных пород (их электрическое сопротивление и проводимость) через наведенные поля. Используемая для этого аппаратура достаточно громоздка и включает электрические провода, электроды, помещаемые в землю, приемные устройства, в ряде методов и питающие устройства (генераторы электрического тока). По этой причине электрометрические исследования проводятся в наземном и скважинном вариантах. Хотя в настоящее время появились электрометрические исследования и в аэроварианте.

Электрических методов (использующих разные виды аппаратуры) большое разнообразие. Они позволяют расчленять горизонтально залегающие толщи, выделять вертикальные тела и границы, широко используются при поисковых работах для оконтуривания рудных залежей, надежно отбивают подошву коры выветривания.

Электрометрические исследования (электроразведка) позволяют расчленить изучаемую толщу горных пород на их разновидности по:

- степени пористости, выветрелости, трещиноватости, кавернозности;
- степени влажности и водонасыщенности;
- степени оруденения;
- минерализации насыщающих их вод.

Результаты электрометрических исследований представляются в виде карт в изолиниях интенсивности электрического поля или таких же карт удельного сопротивления горных пород, карт графиков тех же параметров и в виде каротажных графиков.

Карта графиков – это план обследованного участка с нанесенными на него профилями (маршрутными линиями) с фактическим положением точек

измерений какого-либо параметра. В точках измерения в определенном масштабе по оси ординат (по вертикали) откладываются значения измеренного параметра и точки со значениями параметра в соседних точках измерений этого параметра соединяются прямыми линиями. Получается: вдоль каждого профиля строится график изменения измеренного параметра по направлению от точки к точке.

Каротажный график – это график изменения параметра в системе плоских координат, где за ось ординат (вертикальная линия) принимается ось скважины (длина скважины) в определенном масштабе, а по оси абсцисс в каждой точке измерения параметра, отмеченной на оси скважины (по глубине расположения точки в скважине), откладывается измеренное значение параметра (в другом масштабе).

Каротаж – исследование разнообразных физических параметров горных пород с помощью приборов (аппаратуры, инструментов), опускаемых в скважину.

3.1.3.2 Сейсмометрические исследования

Сейсмометрические исследования, проводимые при геологических работах, основаны на изучении скоростей прохождения искусственно созданных в горных породах сейсмических волн (упругих колебаний земного вещества), их способности отражаться и преломляться на границах разнородных пород. Исследования поведения сейсмических волн осуществляются сейсмографами, установленными одновременно на разном расстоянии от места взрыва, вызывающего колебания земного вещества, по профилю, пересекающему объект исследования. По этой причине сейсмические исследования всегда наземные и профильные. Результаты исследований представляются виде профиля (вертикального разреза) с большим количеством локальных линий, изображающих площадки, отражающие и (или) преломляющие (в зависимости от используемого метода) сейсмические волны. На профиле с геологической интерпретацией полученной картины изображаются слои пород, ограниченные линиями, обобщающими отражающие и (или) преломляющие площадки, расположенные на разных гипсометрических уровнях.

Сейсмометрические исследования позволяют:

- расчленять субгоризонтально залегающие слоистые толщи,
- определять глубину залегания коренных пород (отбивать подошву коры выветривания),
- выявлять разрывные нарушения, зоны повышенной трещиноватости пород,
- выделять и прослеживать зоны выветривания горных пород.

3.1.3.3 Магнитометрические исследования

Магнитометрические исследования основаны на определении интенсивности магнитного поля Земли в пределах конкретных территорий. Приборы, измеряющие интенсивность магнитного поля называются магнитометрами. Существуют модификации магнитометров,

устанавливаемые на летательных аппаратах, переносные и опускаемые в скважины колонкового бурения. Так что магнитометрические исследования проводятся в аэро-, наземном и скважинном вариантах.

Интенсивность, структура и закономерности изменчивости планетарного магнитного поля Земли, в общем, известны. На них накладываются особенности магнитного поля горных пород, расположенных в пределах изучаемых территорий. Магнитные свойства различных горных пород, в целом, также известны. Поэтому, анализ структуры и интенсивности магнитного поля конкретной территории позволяет предположительно определить состав горных пород, размеры, форму и особенности залегания горных пород, обуславливающих особенности магнитного поля данной территории. Кроме этого результаты магнитометрических работ позволяют картировать деструктивные зоны, проявленные в породах, связанные с ними линейные коры выветривания и особенности влияния деструктивных зон на залегание и режим подземных вод.

Результаты площадных магнитометрических исследований изображаются в виде карт в изолиниях или карт графиков интенсивности магнитного поля или вертикальной составляющей интенсивности магнитного поля, а результаты скважинных исследований в виде каротажных графиков.

3.1.3.4 Гравиметрические исследования

Гравиметрические исследования основаны на измерении ускорения силы тяжести. Планетарное ускорение силы тяжести для разных частей земного шара известно. Но на локальных участках на его значение оказывает влияние плотность горных пород, в случае отличия ее от средней плотности земного вещества верхней части земной коры. Приборы, измеряющие ускорение силы тяжести, называются гравиметрами. Это переносные приборы, требующие устойчивого положения во время работы и отсутствия разнообразных перемещений. По этой причине гравиметрические измерения проводятся только в наземном варианте.

При площадном измерении ускорения силы тяжести на определенной территории по направлению и величине отклонения фактического ускорения силы тяжести от расчетного планетарного можно определить плотность коренных пород, перекрытых наносами, размеры и форму сложенного ими геологического тела.

Результаты измерений ускорения силы тяжести изображаются в виде карт изолиний его значений или в виде карт графиков. Часто составляются карты вторых производных значений ускорения силы тяжести.

3.1.3.5 Радиометрические исследования

Радиометрические исследования направлены на изучение естественного радиационного фона и радиоактивного загрязнения. При помощи гамма-съемки (условное название вида работ, позволяющих определять радиоактивность горных пород в естественном залегании) можно определить суммарную радиоактивность горных пород. Гамма-

спектрометрическая съемка позволяет выявить раздельное содержание естественных (U, Ra, Rn, Th, K^{40} и др.) и искусственных (Cr^{90}, Cs^{137} ,Cs^{134}, Y^{131} , Co^{60}, Ru^{103} , Ru^{106} и др.) радионуклидов.

Радиоактивное загрязнение происходит при ядерных взрывах и подземных испытаниях ядерного оружия, при авариях на ядерных установках. Радиоактивное загрязнение связано также с деятельностью радиоактивных химических заводов, разработкой урановых месторождений, хранилищами радиоактивных отходов. Повышенная радиоактивность наблюдается в магматических породах кислого состава, в материале дорожных покрытий, в железобетонных изделиях снаполнителем из пород с повышенной радиоактивностью, в облицовке зданий.

Радиометрические исследования ведутся в воздушном (с летательных аппаратов), наземном, подводном, скважинном, шахтном и лабораторном вариантах.

Гамма-съемка в аэроварианте позволяет выделять площади с фоновой и аномальной радиоактивностью. На площадях с аномальной повышенной радиоактивностью проводят наземную автомобильную и радиометрическую съёмки, которые локализуют участки, перспективные для постановки поисковых работ. При съёмке используются станции типа РСА-0 0 7, при пешеходной – дозиметры типа ДРГ-0 1Т, ДРГ-0 5М, радиометры "Прогноз", СРП-68-0 1Т, СРП-68-0 2 (с герметичной гильзой для исследования донных отложений) [12].

На участках с повышенной радиацией проводятся радиогеохимические исследования, включающие в себя изучение распределения радиоактивных элементов и определение форм нахождения их в горных породах и минералах.

По результатам площадных радиометрических исследований составляются карты в изолиниях общей и по-элементной интенсивности радиации, а по результатам радиометрических исследований в скважинах – каротажные графики.

3.1.4 Геохимические работы

Геохимические исследования основаны на изучении распределения химических элементов или их соединений в горных породах, в воде, в воздухе и в растениях. Соответственно различают виды геохимических исследований: литогеохимическая, гидрогеохимическая, атмогеохимическая и биогеохимичекая съемки.

В составе региональных геолого-геофизических и геологосъемочных работ геохимические исследования используются для поиска рудных полезных ископаемых.

Литогеохимическая съемка – это определение содержания в породах рудных элементов. Пробы берут из коренных пород, отыскивая ореолы концентрации рудных элементов и из рыхлых пород коры выветривания, отыскивая ореолы рассеяния рудных элементов.

Ореолы концентрации – это породы с вкрапленностью рудных элементов, окружающие рудные тела и не разрабатываемые из-за малого содержания полезного компонента. Ореолы концентрации указывают на близость руд.

Ореолы рассеяния – это рыхлые породы с вкрапленностью полезного компонента или даже с обломками руды, возникшие при разрушении ореолов концентрации и рудных тел экзогенными процессами. Рыхлые породы могут быть перемещены (особенно на склонах) на большие расстояния, однако учет особенностей рельефа может помочь определить местоположение источника полезного компонента и снизить затраты на его поиски.

Гидрогеохимическая съемка – это определение рудных элементов в воде некрупных водотоков (в ручьях, речках). Химическое выветривание горных пород может сопровождаться разложением и преобразованием рудных минералов, продукты которых могут перемещаться при плоскостном и струйчатом водном смыве в тальвеги логов и долин и дальше переноситься водными потоками вниз по течению. Расстояние переноса может быть большим, но опробование всех водотоков исследуемой территории может локализовать положение возможного источника полезного компонента.

В пробу берется вода водотоков. Анализируется твердый остаток, оставшийся после испарения воды.

Атмогеохимическая съемка – это определение содержания газов в воздухе, заключенном в порах и трещинах горных пород. Эта съемка может использоваться для поиска углеводородного сырья, радоновых эманаций и руд радиоактивных элементов (через радоновые эманации).

В пробу берется воздух, находящийся в горных породах.

Биогеохимическая съемка – это определение содержания в коре выветривания рудных элементов через содержание их в произрастающих на ней растениях. В пробу берутся ветви надземных частей кустарников или деревьев, которые после высушивания сжигаются, а в золе уже определяется содержание полезных компонентов.

Считается, что в грунтовые воды коры выветривания из ореолов рассеяния могут попадать в трансформированном виде рудные элементы, которые с всасываемой растениями водой попадают в ткани растений. Благодаря транспирации растениями большого количества воды их ткани обогащаются рудными элементами до содержаний, определяемых существующими методами анализа. Таким образом, с помощью растений имеется возможность оценить содержания рудных элементов, сильно разубоженные (разбавленные) в коре выветривания и расположенные на глубинах, недоступных литохимической съемке.

По результатам геохимических исследований составляются моноэлементные и полиэлементные (комплексные) карты в изолиниях содержаний рудных элементов; карты коэффициентов корреляции групп элементов, показывающие уровень эрозионного среза рудных залежей и ореолов концентрации; карты перспектив картируемой территории на обнаружение разных видов минерального сырья.

3.1.5 Гидрогеологические работы

Гидрогеологические исследования в составе геологосъемочных работ и геолого-экологических исследований и картографирования проводятся для выявления водоносных горизонтов, определения состава, направления стока и скорости инфильтрации (просачивания) вод водоносных горизонтов. Горные породы по их способности пропускать через себя воду условно

делят на водопроницаемые и водонепроницаемые. К водопроницаемым относят рыхлые обломочные породы, водопроницаемость которых обусловлена наличием в них сообщающихся пор и каналов (пустых пространств между составляющими их обломками), и трещиноватые связные (сцементированные осадочные и кристаллические породы другого происхождения), водопроницаемость которых обусловлена наличием в них сообщающихся трещин. Примерами рыхлых водопроницаемых пород являются галечники, гравийные породы, пески, алевриты и легкие суглинки, а связных – любые трещиноватые сцементированные осадочные или другого происхождения породы.

Степень водопроницаемости (скорость просачивания воды) рыхлых обломочных пород зависит от размера обломков, составляющих эти породы. Например, скорость просачивания воды в песках составляет порядка 1 км/сутки, а в легких суглинках – порядка 1 м/сутки.

У связных трещиноватых пород степень водопроницаемости зависит от плотности сообщающихся трещин (количества трещин на 1 $м^2$ площадки, ориентированной перпендикулярно направлению движения воды) и степени их зияния (расстояния между стенками трещин).

Водоносными горизонтами называют слои водопроницаемых пород, разделенные водонепроницаемыми породами (водоупорами). Водоупорами являются рыхлые тонкообломочные породы (глины, тяжелые суглинки) или связные не трещиноватые сцементированные осадочные породы независимо от их гранулометрического состава (конгломераты, гравелиты, песчаники и др.), а также связные не трещиноватые породы другого генезиса.

Водоносный горизонт, лежащий на первом от земной поверхности водоупоре, называется горизонтом грунтовых вод, или просто грунтовыми водами. Все остальные нижележащие водоносные горизонты называются межпластовыми.

По форме коллектора (пространства, занимаемого водой) подземные воды делятся на пластовые, трещинные, карстовые и трещинно-карстовые.

К пластовым относятся воды, залегающие в слоях рыхлых осадочных горных пород (пластово-поровые) и в слоях осадочных сцементированных пород с внутрипластовыми трещинами* (пластово-трещинные).

К трещинным относят воды, размещающиеся в деструктивных зонах земной коры (типа зон трещиноватости и дробления пород, в разломных зонах) пересекающих «поперек» слои осадочных пород или породы любого другого генезиса.

К карстовым относят воды, заполняющие сообщающиеся полости в закарстованных породах.

К трещинно-карстовым относят воды деструктивных зон, пересекающих горизонты закарстованных пород.

Таким образом, в водоносных горизонтах размещаются пластово-поровые, пластово-трещинные и карстовые воды. Трещинные и трещинно-карстовые воды могут пересекать разноуровневые водоносные горизонты, обуславливая смешивание их вод.

_____

*Внутрипластовые трещины – трещины, не выходящие за пределы пласта (слоя)

Гидрогеологические исследования включают маршрутные наблюдения с документацией естественных выходов подземных вод, опытно-инфильтрационные исследования и наблюдения за режимом подземных вод в гидрогеологических скважинах и горных выработках, а также лабораторные исследования.

Во время маршрутных наблюдений выявляются гидрогеологические объекты, изучается степень и характер водоносности горных пород, распространение, питание и разгрузка подземных вод, их режим и взаимосвязь с поверхностными водами; оцениваются физические свойства, химический состав и качество вод, их влияние на развитие геологических процессов.

Объектами визуальных наблюдений служат родники, источники, участки просачивания, поверхностные водотоки, колодцы, скважины, горные выработки, водовмещающие и водоупорные породы и их свойства. В процессе съемки происходит обследование и опробование водопунктов. В полевом дневнике записывается номер источника, его местоположение, формы и размеры выхода, прозрачность, цвет, запах, вкус, температура, наличие газов и минеральных образований, радиоактивность, приуроченность выхода подземных вод к определенному водоносному горизонту, геолого-литологическая характеристика горизонта, режим и использование вод источника. В районах развития мерзлых пород оценивается связь источников с таликами. Наблюдения за режимом подземных вод позволяет установить во времени общие закономерности изменения режима (уровня, температуры, дебита, химического состава и др.) в результате хозяйственной деятельности человека.

По результатам гидрогеологических исследований составляются гидрогеологические карты разного содержания: карты в изолиниях уровня грунтовых вод, кровли и подошвы межпластовых водоносных горизонтов; карты направления стока и коэффициентов фильтрации пород водоносных горизонтов; а также гидрогеологические разрезы с горизонтами грунтовых и межпластовых вод.

3.1.6 Инженерно-геологические работы

Инженерно-геологические исследования проводятся на площадях предполагаемого или планируемого строительства объектов различного назначения. Эти исследования включают в себя изучение:

- состава, строения, условий залегания и физико-механических свойств горных пород, которые определяют несущие свойства грунтов*;

*Грунтами в инженерной геологии называют любые породы, на которых будет располагаться построенный объект: скальные грунты, рыхлые грунты.

- экзогенных геологических процессов, которые могут влиять на несущие свойства грунтов, а впоследствии и на устойчивость положения и функционирования будущих объектов;

- гидрогеологических условий геологического пространства, подготавливаемого к строительству, если гидрогеологические исследования не проводились или проводились в более мелком масштабе;

- тектонических нарушений условий залегания горных пород: систем трещин различного кинематического типа, их площадного распространения и пространственных взаимоотношений, видов и пространственного распространения разломов, возраста разрывных дислокаций, влияния разрывных дислокаций на несущие свойства грунтов;

- лабораторные исследования несущих свойств грунтов: влагоемкости, прочности на раздавливание и срез, коэффициента сдвига.

По результатам инженерно-геологических исследований составляются карты: геологическая, свойств грунтов, гидрогеологическая, структурная, экзогенных геологических процессов.

Все результаты и материалы перечисленных видов исследований, проводимых при геологосъемочных работах могут использоваться при самостоятельном геоэкологическом картировании в качестве информации о строении и состоянии геологической среды во время, предшествующее началу интенсивного техногенного воздействия, связанного с продолжением геологических работ в связи с поисками, разведкой и эксплуатацией месторождений полезных ископаемых или со строительством других объектов хозяйствования. С геологических карт, на которых обычно не показываются рыхлые породы (и почвы), можно взять информацию о составе материнской породы, по которой формируется определенный тип почв.

По составу пород, взятых с геологической карты можно предполагать повышенное фоновое содержание некоторых токсичных элементов: радиоактивных элементов в почвах, образующихся по кислым магматическим породам; кобальта – в почвах по ультраосновным магматическим породам. Еще больше информации о фоновом содержании токсичных элементов почвах можно снять с литогеохимических и биогеохимических карт. С гидрогеохимических и гидрогеологических карт можно взять информацию о загрязнении различными элементами поверхностных и подземных вод. Карты четвертичных отложений и геморфологическая могут дать информацию о гранулометрическом составе, гумусности и водных свойствах почв. А с карт, составленных по результатам электрометрических работ методом ВЭЗ (вертикальное электрическое

зондирование), и гидрогеологических можно взять информацию о расслоенности коры выветривания, её мощности и режиме подземных вод для прогнозирования интенсивности загрязнения пород и подземных вод. С общегеологических карт и, особенно, структурных (специализированных геологических) можно снять схему разрывных дислокаций, влияющих на формирование режима подземных вод, определяющих блочное строение изучаемой территории и её геоморфологические особенности.

Если на территории планируемого геоэкологического картирования были проведены геолого-экологические исследования и картографирование то к началу проведения геоэкологического картирования уже имеется информация об экологическом состоянии территории. Параметры этого состояния могут быть приняты за исходные при изучении степени деформации экологического состояния техногенным воздействием.

Лекция 4

Геоэкологическое картографирование

4 Общие представления о картографических материалах

Природные ресурсы всех видов, так же как и связанные с их использованием экологические проблемы, обладают свойством пространственной изменчивости. Все природные и общественные явления, обладающие этим свойством, могут быть изображены на картах и правильно поняты только при помощи карт. Карты заключают в себе огромные объемы информации, позволяют охватывать единым взглядом обширные территории, производить необходимые измерения и оценки. Поэтому необходимым инструментом для всех видов деятельности по изучению, использованию и охране объектов природно-ресурсного потенциала являются карты и картографические изображения. Существует ***наука о картах, как особом способе изображения действительности, их создании и использовании - картография.*** При этом под словом «картография» может подразумеваться не только наука, но также область техники и технологии (проектирование и составление карт) и отрасль производства (картографические предприятия).

Слово «карта» по происхождению греческое, в своем первоначальном смысле оно означало лист из папируса; близким по смыслу является и вошедший во многие европейские языки латинский аналог - тарра (дословно - кусок полотна). Однако в понятии карты главным, сущностным является не материальный носитель (в разные эпохи в этой роли выступали камень, глиняные таблички, папирус, пергамент, бумага, дисплей), а заключенный в этом понятии смысл - пространственная информация.

Картой называется математически определенное, уменьшенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее расположенные или спроецированные на них объекты в принятой системе условных знаков. ***Значение этого определения связано с тем, что в нем зафиксированы*** основные свойства карт, ***отличающие их от иных изображений пространства - рисунков и картин, фотоизображений, схем и др.:***

-математически определенное построение, т. е. наличие математически строгой (функциональной) зависимости между размещением объектов в пространстве, в т. ч. на местности, и положением соответствующих изображений на карте;

- ***использование знаковых систем,*** т. е. свойственного науке особого языка условных изображений, в отличие от фотографических изображений или характерного для изобразительного искусства языка пространственных образов;
- ***генерализованность изображения,*** т. е. осознанный и целенаправленный отбор и обобщение изображаемых объектов и их свойств.

Наряду с картами, обладающими всей совокупностью указанных основных свойств, существуют также другие ***картографические произведения,*** обладающие ими не полностью:

- схемы, абрисы, кроки, создаваемые приблизительно (в т. ч. глазомерно), без математической основы;'
- глобусы, рельефные карты, блок-диаграммы, т. е. трехмерные модели, создаваемые без использования одного из элементов математической основы - картографической проекции;
- аэро- и космофотоснимки, технология создания которых не предусматривает использования знаковых систем.

Между картами и другими картографическими произведениями отсутствует резкая грань. Так, существуют фотокарты, на которых фотоизображение дополняется картографическими условными обозначениями.

4.1 Элементы карты

Способность карты отвечать своему назначению обеспечивается взаимодействием образующих её элементов. Число и состав элементов карты изменчивы. Среди них выделяются обязательные, без которых не обходится ни одна карта, и дополнительные, свойственные наиболее тщательно проработанным, издаваемым массовым тиражом учебным и справочным картам.

4.1.1 Картографическое изображение

Картографическое изображение - важнейший элемент карты; по отношению к нему остальные элементы играют вспомогательные роли. По содержанию картографического изображения карты подразделяются на ***общегеографические*** и ***тематические.*** На общегеографических картах показывают объекты и явления, непосредственно представленные на местности: рельеф, гидрография, населенные пункты, пути сообщения, границы, важнейшие элементы растительности и грунтов. На тематических картах основное внимание уделяется показу тех или иных свойств определенных объектов показа: характеристик рельефа, климата, горных пород, почв, растительности, населения, экономики и т. д. Число таких объектов показа и их свойств весьма велико, поэтому содержание тематических карт ограничивается тем или иным предметом, находящим отражение в названии карты: климатическая, почвенная, экономическая и т. д.

4.1.2 Математическая основа карт

Математическая основа карт включает в себя геодезическую основу, масштаб и картографическую проекцию (способ изображения сферической поверхности на плоскости).

Геодезическая основа карт – это совокупность геодезических данных, необходимых для отображения положения объектов на карте по долготе, широте и абсолютной высоте.

Внешним выражением геодезической основы и проекции является координатная сетка и горизонтали. В картографических целях применяются географические и прямоугольные координаты. Те и другие определяют плановое положение точек.

Географические координаты (широта и долгота) – представляют собой угловые величины. Широта - угол между нормалью (перпендикуляром к поверхности Земли) данной точки и плоскостью экватора. Долгота – двугранный угол, образованный плоскостями начального меридиана и меридиана данной точки (рис. 2).

Географические координаты называются *геодезическими* (широта обозначается B, долгота – L), если они определены по данным измерений на поверхности Земли, либо *астрономическими* (широта обозначается φ, долгота – λ), если они определены посредством наблюдений за небесными светилами.

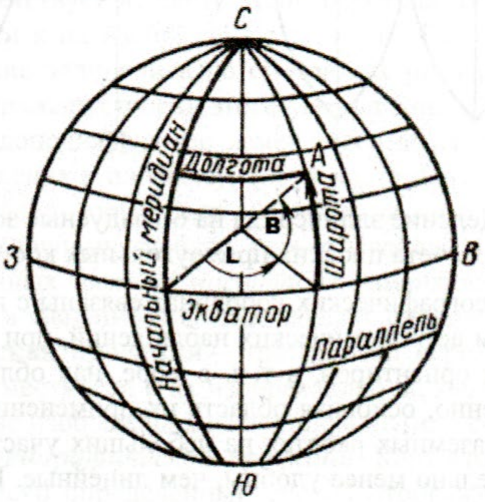


Рис. 2. Географические координаты:
B – геодезическая широта, L – геодезическая долгота.

Плоские прямоугольные координаты устанавливаются в пределах 6-градусных или 3-градусных координатных зон, на которые делится земной эллипсоид (рис. 3). Плоские прямоугольные координаты представляют собой линейные величины – абсциссы (x) и ординаты (y), измеряемые в километрах и метрах.

Абсцисса данной точки (x) представляет собой кратчайшее растояние от экватора до неё.

Ордината данной точки- кратчайшее расстояние до данной точки от осевого меридиана, увеличенное на 500 км. Увеличение ординат на 500 км практикуется для того, чтобы значения ординат как к востоку, так и к западу от осевого меридиана оставались положительными. Ординаты определяются

отдельно для каждой из 6-градусных (или 3-градусных) координатных зон. Полная запись ординаты точки включает также номер зоны. Отсчет координатных зон ведется от 180-го меридиана, с запада на восток. Например, значение ординаты 45 350 115 м означает, что точка располагается в 45-ой координатной зоне, в 149 км 885 м к западу от осевого

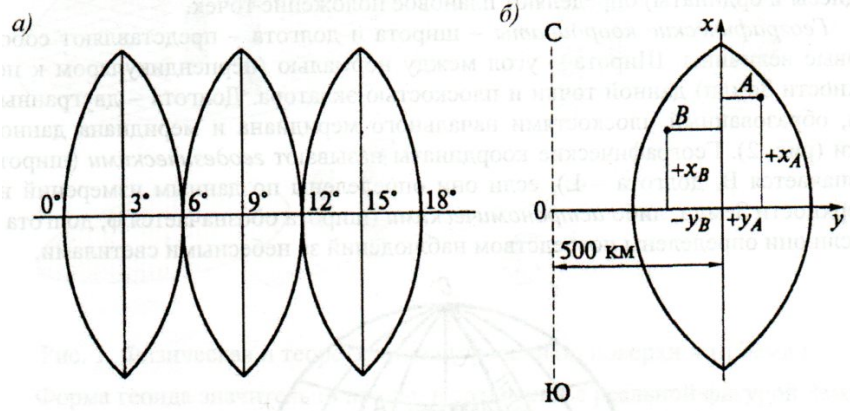


Рис. 3. Деление эллипсоида на 6-градусные зоны (а)
и порядок отсчета плоских прямоугольных координат (б)

меридиана (надо же отнять от 350 км и 115 м прибавленные при записи 500 км; полученное при вычитании значение -149 км и 885 м указывает на то, что точка располагается к западу от осевого меридиана). На топографических картах значения абсцисс и ординат указываются для линий координатной (километровой) сетки в целых километрах.

Абсолютная высота – третья координата, представляющая собой расстояние по вертикали (нормали) от поверхности эллипсоида до данной точки указывается горизонталями рельефа.

Масштаб карты – это степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на местности. Масштаб бывает представлен на картах в трех формах:

- численный, показывающий соотношение линейных размеров на карте и на местности, например: 1: 50 000;

- именованный, например: «в 1 см 5 км», или «один сантиметр на карте соответствует 5 километрам на местности»;

- линейный, изображаемый на полях карты в виде линейки с подписанными значениями соответствующих расстояний на местности (рис.4).

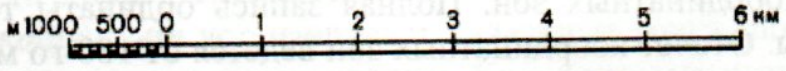


Рис. 4. Линейный масштаб

В России для топографических и обзорно-топографических карт установлен стандартный *масштабный ряд*, основанный на метрической системе:

1:10 000	десятитысячный масштаб
1:25 000	двадцатипятитысячный масштаб
1:50 000	пятидесятитысячный масштаб
1:100 000	стотысячный масштаб
1:200 000	двухсоттысячный масштаб
1:500 000	пятисоттысячный масштаб
1:1 000 000	миллионный масштаб

Кроме того, существуют стандартные масштабы топографических планов: 1:500, 1:1000, 1:000, 1:5000. Карты для широкого круга пользователей могут создаваться в нестандартных масштабах, например 1:110 000, 1:40 000 и т. п.

Масштаб соответствует второму этапу перехода от фиксации положения объектов на местности к их изображению на карте. На этом этапе происходит мысленное уменьшение эллипсоида до обозримых размеров. Знаменатель численного масштаба выражает степень этого уменьшения. Однако степень уменьшения претерпевает дополнительные изменения (искажения) при переходе от сферического изображения к плоскому, т. е. к карте. Поэтому существует понятие *главного масштаба*, который подписывается на карте, но фактически относится не к карте, а условному глобусу, развертыванием которого данная карта получена, и бесчисленных *частных масштабов*, изменяющихся от точки к точке

4.1.3 Условные обозначения к картам

Условные обозначения (легенда карты) включают все использованные знаки: графические, штриховые, буквенно-цифровые, цветовые. Для общегеографических карт условные обозначения являются общепринятыми, унифицированными, в значительной степени интуитивно понятными и нередко переносятся с самой карты на отдельные страницы (в атласе) или отдельно издаваемые брошюры (для топографических карт). Условные обозначения тематических карт разнообразны, унификации не поддаются и раскрываются в легендах (таблицах условных обозначений), размещаемых по краям или на свободных местах карты.

4.1.3.1 Общие требования к содержанию условных обозначений

Различимость обозначений, что означает удобство зрительной дифференциации элементов содержания. Штриховые элементы, надписи и цветовые обозначения должны чётко отделяться друг от друга, не сливаясь и не накладываясь. Надписи должны размещаться так, чтобы связи их с именуемыми объектами были однозначны.

Наглядность обозначений, т. е. доступность их для опознания по зрительной ассоциации с соответствующими им объектами. Так, морские и речные порты обозначают якорями, аэропорты - силуэтом самолета. На климатических

картах высоким температурам и малым суммам осадков соответствуют «теплые» тона: оттенки красного, оранжевого, желтого цветов, а низким температурам и большим суммам осадков - «холодные»: оттенки фиолетового и синего цветов. На экологических картах используется «принцип светофора», когда наиболее загрязненные (нарушенные) территории обозначают красным цветом и его оттенками, а наиболее чистые (благополучные, ненарушенные) - зеленым или голубым. ***Хорошо оформленная карта - это карта, которая может быть понята без использования таблицы условных обозначений (легенды).***

Логические связи в системе обозначений проявляются в том, что похожие объекты обозначаются похожим образом, а непохожие - непохожим. При этом из сопоставления похожих обозначений должна быть очевидным образом видна иерархия соответствующих им объектов: более крупный город обозначается более крупным значком, более важная дорога - более толстой линией, и т. п.

Выразительность, т. е. выдвижение на передний план наиболее важных элементов содержания. Так, из факторов окружающей среды наиболее важным для здоровья человека является атмосферный воздух. Соответственно, для показа его состояния следует использовать наиболее заметные изобразительные средства (фоновая окраска), а для менее значимых факторов - менее заметные обозначения.

Соблюдение общей графической нагрузки. Общей графической нагрузкой карты называется часть её площади, занятая штриховыми обозначениями и надписями. Оптимальной считается общая графическая нагрузка 12%. При меньшей величине карта имеет вид недогруженной и может быть без ущерба для содержания пересоставлена в более мелком масштабе. Максимально допустимая общая графическая нагрузка составляет 18%; при превышении этой величины становится невозможным обеспечить различимость обозначений и карта становится нечитаемой.

4.1.3.2 Виды к**артографируемых явлений**

Изображаться на картах могут любые явления, обладающие свойством пространственной изменчивости. Всё множество объективно существующих природных и общественных явлений, отображаемых на картах, с картографической точки зрения, подразделяется [30] на пять больших групп, в зависимости от ***характера пространственной локализации на местности:***

- явления, локализованные в пунктах (например, места отбора проб, посты мониторинга, предприятия и города на мелкомасштабных картах), для которых из-за небольших размеров невозможен или нецелесообразен показ в масштабе карты контуров распространения, а объектами показа являются их точные местоположения и, иногда, качественные или количественные характеристики;

- явления, локализованные на линиях (например, дороги, трубопроводы, различные границы), обладающие значительной линейной протяженностью при

не выражающейся в масштабе карты ширине, для которых объектами показа также являются точные местоположения, качественные или количественные характеристики;

-явления, локализованные на площадях, т. е. выражающиеся в масштабе карты и присутствующие в одних частях картографируемой территории при отсутствии в других (например, предприятия, города и их части на крупномасштабных картах, особо охраняемые природные территории), для которых объектами показа на картах являются контуры или районы распространения и, иногда, качественные или количественные характеристики;

-явления сплошного распространения (например, атмосфера и ее характеристики, горные породы и их свойства), для которых объектами показа на картах является не факт наличия, а пространственная изменчивость качественных или количественных характеристик;

-явления рассеянного распространения, т. е. состоящие из множества мелких объектов, индивидуальный показ которых невозможен (например, биологические виды, посевы сельскохозяйственных культур), для которых объектами показа являются главным образом территории и плотность распространения, качественные и количественные характеристики.

4.1.3.3 **Изобразительные средства условных обозначений**

Изобразительные средства по ***характеру их локализации на карте*** подразделяются на внемасштабные (значковые, буквенные и цифровые), линейные, площадные. По технике изображения изобразительные средства подразделяются на:

-графические, при традиционной технологии создания карт изображаемые пером и представляющие собой прямые и кривые линии, точки и их сочетания, включая в т. ч. буквы и цифры;

- цветовые обозначения, при традиционной технологии создания карт изображаемые кистью;

- полутоновые обозначения (элементы затенения), при традиционной технологии печати карт изображаемые литографским способом и в настоящее время применяемые редко.

При разработке легенд изобразительные средства перечисленных групп реализуются в виде многочисленных графических переменных - элементарных обозначений, различающихся по форме, размеру, ориентировке, цвету, насыщенности цвета, внутренней структуре изображения.

4.1.3.4 **Способы картографических изображений**

Соотношения типа локализации картографируемых явлений, характера информации (качественный и/или количественный) и примененных графических средств образуют характеризуемые ниже способы картографических изображений.

Способ значков используется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, по своим размерам не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию на местности. Форма и цвет значка чаще всего несут качественную информацию об изображаемом объекте, а размер и внутренняя структура - количественную (рис. 12).

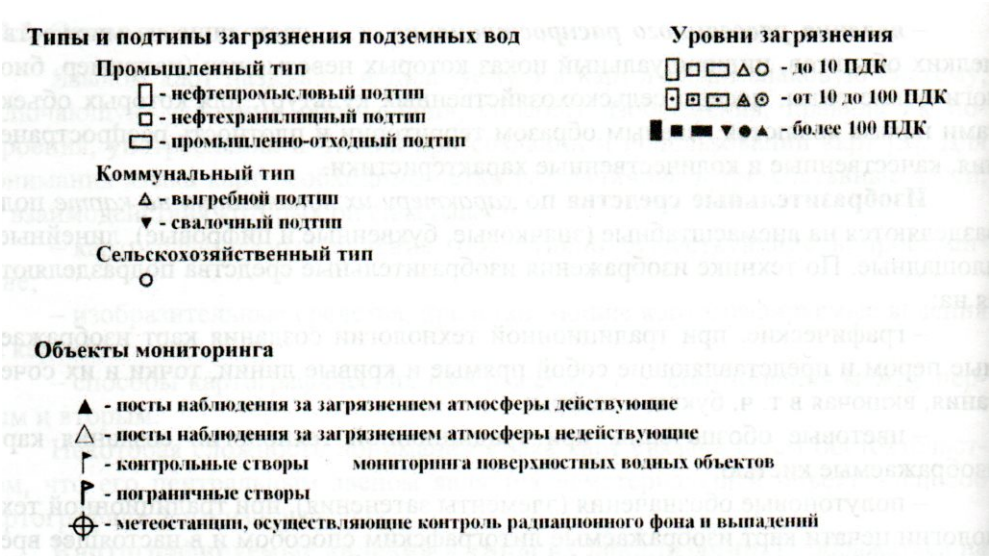


Рис. 12. Примеры использования значков в экологическом картографировании

В экологическом картографировании значками обозначаются пункты мониторинга и места отбора проб, уровни загрязнения по результатам анализов, места обитания редких видов флоры и фауны, памятники природы и другие небольшие по геометрическим размерам, но важные для содержания карт объекты. На мелкомасштабных картах структурными значками обозначаются объемы и состав выбросов и сбросов загрязняющих веществ от городов и крупных промышленных объектов, состав и степень остроты экологических проблем городов.

Способ линейных знаков используется для передачи линий в их геометрическом понимании: границ, береговых линий, тектонических нарушений. Иногда этот способ путают со способом знаков движения. Необходимо отметить особенность способа линейных знаков: он должен показывать либо Линии, реально существующие в природе (например, дороги), либо линии протяженности вытянутых статичных или динамичных объектов, таких как хребты на орографических схемах, атмосферные фронты, ландшафтные рубежи (рис. 13). Перемещение динамичных объектов (например, атмосферных фронтов) можно передавать системой линейных знаков, отнесенных к разным датам.

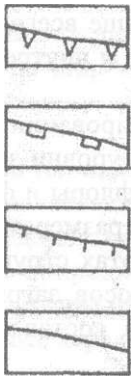


Рис. 13. Пример использования линейных знаков для обозначения ландшафтных границ разного иерархического уровня

Линейные знаки могут передавать количественные и качественные характеристики. Количественные показатели (мощность грузопотоков, уровень загрязнения воды в реке) передаются с помощью ширины линии или полосы, либо цветом, а качественные (состав грузопотоков) - структурой линии либо также цветом.

Положение оси линейных знаков на карте отображает реальное положение линий на местности. При этом линейные знаки как способ изображения следует отличать от линий как изобразительных средств, относящихся к другим способам изображений (изолинии, границы ареалов и выделов).

В экологическом картографировании способ линейных знаков употребляют для показа линейных источников воздействия на окружающую среду: автомобильных и железных дорог, трубопроводов, ЛЭП и иных транспортных коммуникаций, а также линейно вытянутых реципиентов воздействий, таких как реки, в т. ч. с характеристикой качества воды и состояния экосистем.

Способ качественного фона используется для качественной характеристики явлений сплошного (почвы, геологическое строение, ландшафты) или, реже, рассеянного распространения (народы, языки, религии). При использовании данного способа территория делится на качественно однородные контуры (выделы), которые окрашиваются или штрихуются в соответствии с качественной характеристикой. Карты, составленные способом качественного фона, нередко сопровождаются сложными легендами, представляющими собой классификации и включающими многие десятки видов и разновидностей обозначений.

Графическим средством в данном способе могут служить цвет (ровные фоновые окраски разных цветовых тонов, разных степеней светлоты, насыщенности), полутона, заполняющие контуры штриховки различных рисунков и интенсивности, буквенно-цифровые индексы. Последние из-за малой нагляд-

ности широкого распространения не получили и применяются главным образом как дополнительное обозначение, разновидность пояснительной подписи.

Границы выделенных контуров могут быть барьерными, четкими, так что при переходе через них качественный признак меняется резко. Но нередко бывает так, что выделенная граница является переходной, условной, тогда как в реальности изменение качества происходит постепенно. В последнем случае показывать границу между участками в одну линию нецелесообразно, лучше использовать полосчатую окраску для показа переходной полосы.

Способ качественного фона допускает одновременное использование двух систем обозначений, когда одни характеристики передаются фоновой окраской, а другие - штриховыми обозначениями (рис. 14).

В экологическом картографировании способ качественного фона - один из самых употребительных. Он образует основное содержание на картах оценки экологических ситуаций, используется на комплексных экологических картах для показа распространения ландшафтов и характера использования земель, устойчивости ландшафтов к техногенным нагрузкам ит.п.

Способ количественного фона в некоторых работах рассматривается в качестве самостоятельного способа, однако вопрос о его статусе остается дискуссионным. В содержательном отношении этот способ должен быть аналогичен способу качественного фона с тем отличием, что применяется для показа количественных характеристик. Однако в природе практически отсутствуют такие явления, которые имели бы одинаковые количественные значения в пределах каких-то контуров и резко меняли их на границах.

Областью приложения количественного фона обычно считают морфометрическое картографирование. Но морфометрические характеристики (глубина и густота расчленения и др.) в пределах территориальных единиц являются либо абсолютными, либо относительными. Территориальные единицы,, для которых эти характеристики определяются, всегда имеют условные границы и внутренне неоднородны. Те же особенности обычно составляют предмет изображения картодиаграмм, но традиционно этот способ (так же как и картодиаграммы) принято связывать только с социально-экономическими характеристиками. Тогда получается, что количественный фон - аналог картограмм, но применяемый к физико-географическим характеристикам, что нелогично.

Способ изолиний. Изолинии, т. е. линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями каких-либо количественных показателей, используются для количественной характеристики явлений сплошного распространения, постепенно изменяющихся в пространстве. К примерам таких явлений относятся температуры воздуха, количество осадков, абсолютные отметки, концентрации тех или иных веществ. С точки зрения использования изобразительных средств, здесь преобладают линии различных структур, цветов и толщины.

Для лучшего чтения карт и придания им большей наглядности пространство между соседними изолиниями нередко окрашивают или (на черно-белых картах) штрихуют. Такая разновидность способа изолиний называется способом изолиний с послойной окраской. Как отмечалось выше, подбор цветов для

послойной окраски должен учитывать содержание картографируемых явлений, ассоциироваться с ними. Дополнение изолиний послойной окраской делает возможным использование на той же карте второй системы изолиний. Так, на климатических картах нередко обозначают изолиниями с послойной окраской средние годовые или месячные температуры, а второй системой изолиний (утолщенные цветные линии) - характеристик радиационного режима. Но это возможно только при несложном рисунке изолиний, образующих вторую систему.

К числу достоинств способа изолиний относятся его простота, наглядность и удобство для выполнения измерений. На картах, построенных с помощью данного способа, легенды бывают очень просты по содержанию и обычно сводятся к шкалам и/или оцифровке изолиний (рис. 15).

При использовании способа изолиний большое значение имеет метод выполнения *интерполяции,* т. е. распределения разницы значений соседних точек на расстояние между ними. Наиболее распространенные методы интерполяции - линейный и географический. При линейной интерполяции разница значений распределяется равномерно, пропорционально расстоянию между ними. В этом случае рисунок распределения изолиний принимает формальный характер и часто имеет мало общего с реальностью (пример - рис. 16а). При географической интерполяции разница значений распределяется не равномерно, а с учетом географических закономерностей (рис. 16б). Наибольшее значение имеет учет рельефа и характера растительности.

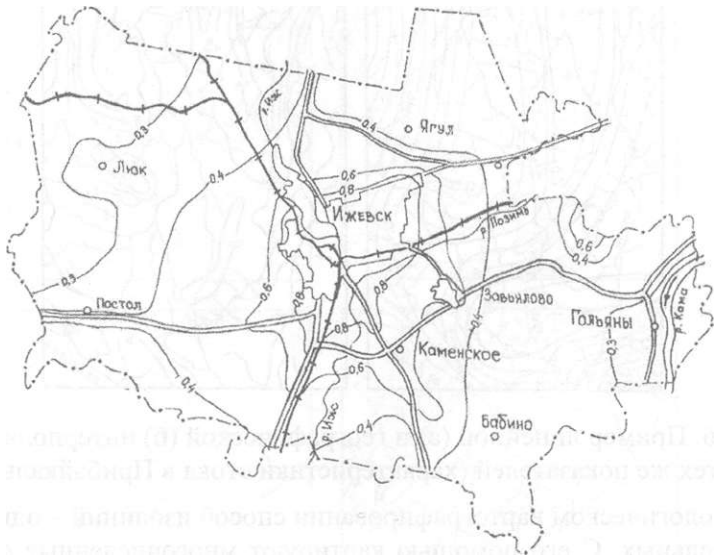


Рис. 15. Использование способа изолиний для показа распределения значений индекса загрязнения атмосферы (оцифровка изолиний)

В экологическом картографировании важно также учитывать расположение источников загрязнения. Так, если точка отбора пробы (измерения) с повышенной концентрацией загрязняющего вещества располагалась вблизи про-

изводственного объекта или магистральной автодороги, а на территории объекта (полотне дороги) отобрать пробу и выполнить анализ не удалось, то контур повышенного загрязнения обычно распространяют на всю территорию его вероятного источника.

Способ изолиний очень удобен для применения количественных методов обработки, преобразования и анализа картографических изображений. Он позволяет определять характеристики в заданных контрольных точках, рассчитывать статистические зависимости и эмпирические уравнения, выполнять сложение и вычитание поверхностей, разложение их на составляющие и др. Поэтому с помощью способа изолиний могут передаваться и явления, по своему содержанию не подходящие или малоподходящие для данного способа. Для количественной характеристики явлений, имеющих ограниченное по площади распро-

6

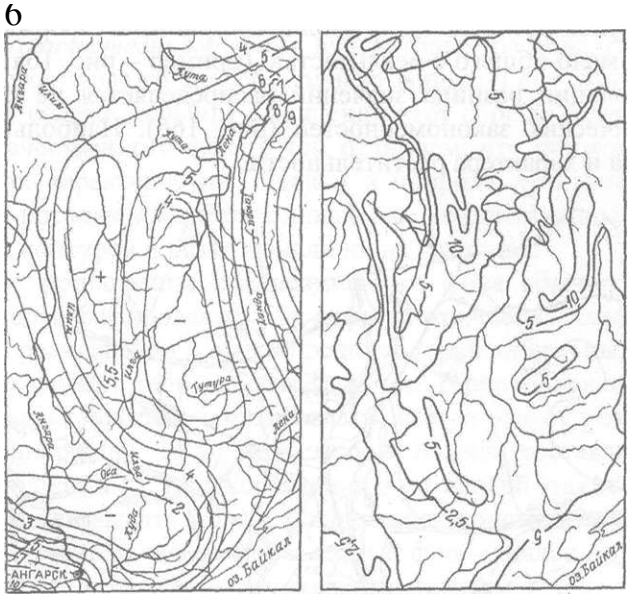


Рис. 16. Пример линейной (а) и географической (б) интерполяции одних и тех же показате-

странение, также могут быть использованы ***псевдоизолинии.*** Псевдоизолинии как бы рас-

пространяют дискретные явления (например, источники выбросов и сбросов) на всю площадь картографирования и т. о. приводят их к виду, удобному для сопоставления с другими количественными характеристиками.

В экологическом картографировании способ изолиний - один из наиболее употребительных. С его помощью картируют многочисленные физико-географические параметры, частные и общие количественные характеристики загрязнения, интенсивность геодинамических процессов и др.

Способ ареалов используется для показа явлений, имеющих ограниченное по площади распространение, причем в пределах этой площади картографируемое явление может быть дискретным (т. е. встречаться в изолированных пунктах и на участках), сплошным или рассеянным. Отличия способа ареалов

от способа качественного фона связаны с типом локализации отображаемых явлений и необязательностью рисовки границ. При использовании способа ареалов территория, лежащая вне ареала, остается неохарактеризованной, тогда как способ качественного фона предполагает отнесение каждой точки закартированной территории к тому или иному выделу.

По отношению к используемым изобразительным средствам способ ареалов универсален как никакой другой: он может быть реализован с помощью внемасштабных рисунков (в отличие от значков, не имеющих

четкой координатной привязки), линейных или площадных обозначений

бражаемых явлений, ограничиваясь показом их распространения.

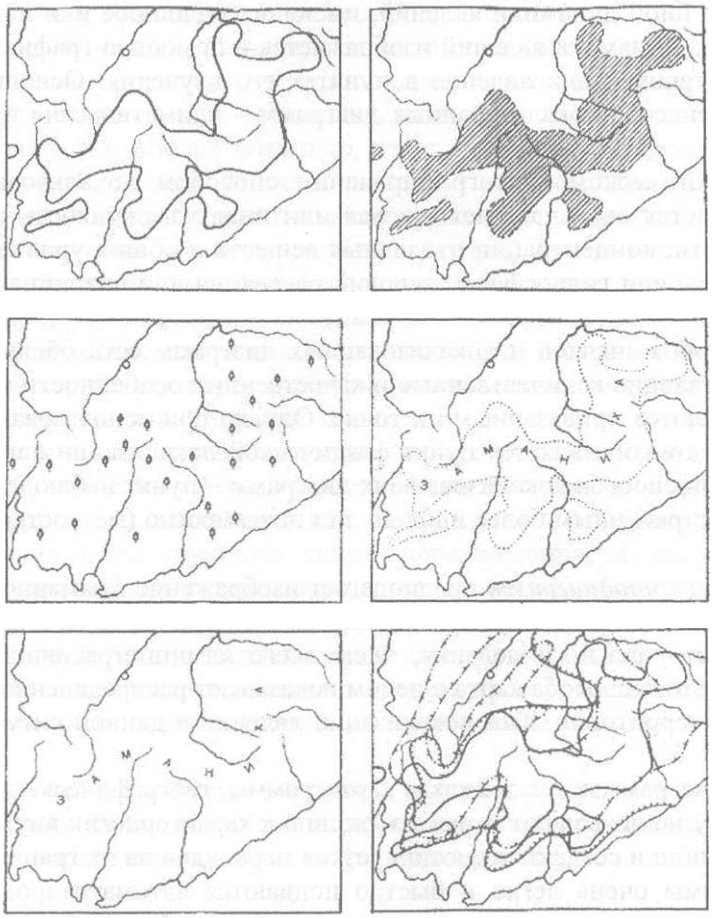


Рис. 17. Разные способы изображения ареалов (по [3])

и даже буквенно-цифровых индексов или надписей (рис. 17). Способ ареалов, как правило, не несет информации о качественных или количественных характеристиках изображаемых явлений, ограничиваясь показом их распространения.

В экологическом картографировании способ ареалов применяется по своему прямому назначению: для показа ареалов биологических видов, особо охраняемых природных территорий, участков распространения определенных видов загрязнения (без их количественной характеристики), геодинамических процессов.

Точечный способ используется для передачи явлений рассеянного распространения (поголовье скота, посевные площади). Изобразительным средством является множество точек одинакового размера, каждая из которых имеет определенный «вес» - значение количественного показателя. Иногда применяют две-три точки разного размера с разным «весом». Область применения данного способа картографических изображений, как правило, ограничивается картами сельского хозяйства. В экологическом картографировании точечный способ пока практически не нашел применения. Возможно его использование для показа распространения редких и охраняемых либо опасных для человека биологических видов.

Способ локализованных диаграмм используется для передачи на карте сезонной или иной динамики явлений, имеющих сплошное или линейное распространение. Динамика явлений изображается с помощью графиков или диаграмм, характеризующих явление в пунктах его изучения. Основная область применения способа локализованных диаграмм - климатические и гидрологические карты.

В экологическом картографировании способом локализованных диаграмм передается сезонная, межгодовая или иная изменчивость показателей заболеваемости, концентрации отдельных веществ и общих уровней загрязнения атмосферы или гидросферы, условий рассеяния или потенциала загрязнения.

У способов значков и локализованных диаграмм есть общая черта: рисунки, выражающие количественные и качественные особенности объектов, на карте оказываются привязанными к точке. Однако при использовании способа значков этой точкой является пункт фактической локализации явления, а при использовании способа локализованных диаграмм - пункт наблюдения за явлением, распространенным более широко или повсеместно (метеостанция, гидропост и т. п.).

Способ картодиаграмм предполагает изображение суммарной величины каких-либо явлений с помощью графиков или диаграмм, помещаемых внутри единиц территориального деления, чаще всего административного. При использовании этого способа карта в целом показывает распределение явления по исследуемой территории. Тип локализации явления в данной ситуации может быть любым.

Картодиаграммы, так же как и картограммы, географически несовершенны, поскольку не позволяют отражать различия характеристик внутри территориальных единиц и создают иллюзию резких перепадов на их границах. Однако картодиаграммы очень легко и быстро поддаются автоматизированному построению и их использование оправданно, если требуется быстро получить территориальное распространение статистических данных. По своему содержанию этот способ можно рассматривать как статистическую таблицу, наложенную на схематическую карту.

4.1.3.5 Особенности употребления способов картографических изображений в экологическом картографировании

В целом, в экологическом картографировании употребляют те же способы картографических изображений, что и в других тематических областях. Многообразие содержания экологических карт влечет за собой многообразие применяемых изобразительных способов, охватывающее последние практически полностью. Специфика заключается лишь в содержательных особенностях картографируемых явлений. Все вышесказанное можно объединить в таблицу (табл. 1), которая систематизирует способы картографических изображений с учетом ведущих, «способообразующих» факторов, таких как локализация явления, характер передаваемой информации, используемые условные обозначения.

Развитие технологий сказывается и на способах картографических изображений. Так, при использовании методов дистанционного зондирования получило распространение использование условных цветов для показа интенсивности загрязнения. С картографической точки зрения это означает стирание грани между способами качественного фона и изолиний: при наличии оцифровки это способ изолиний с послойной окраской, а при отсутствии или использовании лингвистических переменных вроде «меньше»-«больше» - качественный фон.

4.1.4 Компоновка карт

Компоновка карты - использование внутреннего пространства карты для размещения картографического изображения, легенды, вспомогательного оснащения. Компоновка включает также определение внешних границ изображаемой территории, выбор центрального меридиана и (при необходимости) отклонение от обычного ориентирования карт на север, разрывы внешней рамки для показа выступающих частей территории.

4.1.5 Вспомогательное оснащение карт

Вспомогательное оснащение карты может включать дополнительные (врезные) карты, графики, диаграммы, профили, фотографии и рисунки, табличные и текстовые данные. Вспомогательное оснащение дополняет основную карту сведениями, по каким-либо причинам не нашедшими на ней достаточного отражения. Элементы вспомогательного оснащения размещают на свободных местах внутри рамки карты либо на ее полях.

4.2 Классификация карт

Географические карты, как явления сложные и многоплановые, могут быть классифицированы по разным признакам. Наиболее употребительными и практически значимыми являются классификации карт по масштабу, назначению и содержанию. Классификация карт по масштабу уже рассматривалась в предыдущей лекции.

4.2.1 Классификация карт по назначению

Классификация по назначению включает деление карт на первом уровне на многоцелевые и специальные. Однако грань между теми и другими, так же как и между разновидностями специальных карт, не всегда отчетлива. Нередко карты, созданные для одних целей, находят применение и для других.

Многоцелевые карты адресуются одновременно разным категориям пользователей и предназначаются для решения разнообразных задач. Наиболее распространенными среди них являются топографические карты, применяемые в навигационных целях, при научно-исследовательских и изыскательских работах, проектировании и строительстве хозяйственных объектов, решении различных оперативно-хозяйственных задач, в правоохранительной и военной деятельности, при защите от чрезвычайных ситуаций и др. К многоцелевым относятся также научно-справочные карты, адресуемые разнообразным категориям юридических и физических лиц.

Специальные карты предназначаются для определенных категорий пользователей, адаптируются к их специфическим потребностям и подразделяются по видам деятельности, требующим картографического обеспечения.

Учебные карты являются наиболее распространенными и массовыми среди специальных карт. Их содержание согласуется с образовательными стандартами и программными требованиями соответствующего учебного курса или раздела курса, отдельной учебной темы. На учебных картах должны находить отражение явления и объекты, изучение которых предусматривается соответствующей программой; практически обычно объекты показываются с некоторым «запасом». Особенности оформления учебных карт связаны с тем, что от карт этой группы в наибольшей степени требуется наглядность. В связи с этим на учебных картах изображается минимум объектов, но для их обозначения используются яркие, хорошо заметные и в то же время простые условные обозначения. Картографическое изображение часто сопровождается пояснительными текстами, рисунками, графиками и диаграммами.

Содержание учебных карт существенно дифференцируется в зависимости от уровня образования, на который карта ориентирована. Наиболее простые, предельно разгруженные карты создаются для дошкольного и начального образования, тогда как карты для высшей школы по содержанию приближаются к научно-справочным.

Карты для различных отраслей экономики и управления — содержание которых посвящается учету и оценке природных ресурсов, организации их использования, охраны и воспроизводства, проектированию, строительству и эксплуатации различных сооружений. Наиболее распространенные разновидности карт данной категории (геологические, лесные, почвенные, климатические, гидрологические) рассматриваются ниже.

Карты данной группы, в отличие от ряда других специальных карт (учебных, навигационных и дорожных, туристских), предназначаются для весьма ограниченного круга пользователей и поэтому если и издаются типографским

способом, то очень небольшими тиражами. В большинстве же случаев картыдля различных отраслей экономики и управления создаются в нескольких экземплярах или остаются только компьютерными.

Военные карты - это топографические или мелкомасштабные научно-справочные карты с дополнительно нанесенной специальной информацией военного характера.

Навигационные и дорожные карты предназначаются для эффективного и безопасного перемещения транспортных средств по наземным, водным и воздушным путям. На картах данной группы особое внимание уделяется условиям перемещения, опасностям, объектам транспортной инфраструктуры и ориентирам. Среди навигационных и дорожных карт различают:

- аэронавигационные (по содержанию близкие к топографическим, но с более подробными данными о величинах магнитного склонения, показом аэродромов и трасс захода на посадку, радиостанций и центров управления воздушным движением и т. п.);
- морские (с подробным показом береговых линий и мелководий, различных опасностей для судов, а также маяков и других навигационных объектов, портовых сооружений, якорных стоянок и др.);

-лоцманские (по содержанию аналогичны морским, но создаются для внутренних водных путей - судоходных рек, озёр и каналов);

- автодорожные (с подробным показом дорог различных категорий и элементов транспортной инфраструктуры).

Туристские карты- обычно представляющие собой топографические соответствующих масштабов, разгруженные от элементов геодезии, с упрощенным показом рельефа, но дополненные в отношении объектов инфраструктуры туризма и возможных опасностей.

4.2.2 Классификация карт по содержанию

Как отмечалось выше, на первом уровне классификации географические карты делятся на общегеографические и тематические.

Общегеографические карты посвящаются показу объектов и явлений, непосредственно представленных на местности: рельефа, гидрографии, населенных

пунктов, путей сообщения, границ, важнейших элементов растительности и грунтов. Содержание общегеографических карт находится в зависимости только от их масштаба, в связи с чем среди них различают:

- обзорные (масштаб мельче 1:1 ООО ООО), охарактеризованы выше как мелкомасштабные;
- обзорно-топографические (масштаб от 1:250 ООО до 1:1 ООО ООО), охарактеризованы выше как среднемасштабные;
- топографические (масштаб 1:200 ООО и крупнее), охарактеризованы выше как крупномасштабные.

Тематические карты, напротив, весьма многообразны, вследствие чего их классификация сложна и включает много уровней. Совокупный объект изображения на тематических картах - все явления, обладающие свойством пространственной изменчивости. По мере научно-технического прогресса и общественного развития число таких явлений непрерывно растет. Поэтому классификация тематических карт также находится в процессе Непрерывного развития. По мере появления новых по содержанию карт появляются новые классификационные группы, причем не только на низовых классификационных уровнях. Темпы этого процесса таковы, что практика подчас опережает её теоретическое обобщение и осмысление и для новых карт может не находиться места в старых классификациях.

Классификацию тематических карт принято начинать с деления их на карты природных явлений (физико-географические), и карты общественных явлений (социально-экономические). Однако в это двучленное деление «не вписываются» экологические карты, которые посвящаются взаимодействию природных и общественных явлений и не могут быть отнесены ни к одной из этих двух групп в отдельности. При этом по количеству и многообразию экологические карты уже вполне сопоставимы с физико-географическими и социально-экономическими. Поэтому представляется целесообразным и своевременным выделять на первом уровне деления тематических карт три основных группы: карты природных явлений (физико-географические), карты общественных явлений (социально-экономические), карты взаимодействия природы и общества (экологические).

Физико-географические, социально-экономические и экологические карты отличаются друг от друга не столько по объектам картографирования, сколько по подходам и оценочным критериям. Так, атмосферный воздух является одновременно объектом показа на климатических (многочисленные частные и обобщающие показатели), экономических (климатические ресурсы сельского хозяйства, рекреации, условия хозяйственной деятельности) и экологических (факторы, условия и уровни загрязнения) картах. Аналогично обстоит дело с другими компонентами природной среды.

Карты природных явлений (<физико-географические) подразделяются по компонентам природной среды и в то же время по изучающим их наукам. Среди них различаются:

- геологические (карты литосферы) - включают тектонические и неотектонические, стратиграфические (обычно их называют геологическими), четвертичных отложений (их показывают на отдельных картах), литолого-фациальные, гидрогеологические, инженерно-геологические, геохимические, полезных ископаемых, а также разнообразные геофизические (характеризуют гравитационные, электрические, магнитные поля);

-геоморфологические (карты рельефа) - включают собственно геоморфологические, геоморфологического районирования, морфометрические, современных экзогенных и эндогенных процессов и др.;

-климатические (карты атмосферы)- включают карты атмосферного давления, температурных показателей, атмосферных осадков, ветрового режима и других частных характеристик, а также обобщающие - синоптические (характеризующие метеоситуацию на определенный момент) и климатического районирования;

- гидрологические (карты вод суши) - включают карты стока и факторов стока, твердого стока, гидрохимические и ионного стока, ледовых явлений, гидрологического районирования;
- океанографические (карты морей и океанов) - включают батиметрические, гидрохимические, волнений, течений и других динамических процессов, термического режима, донных осадков, океанографического районирования;
- почвенные (карты педосферы) - включают собственно почвенные (типов, подтипов, видов и разновидностей почв), агрохимические, почвенно-мелиоративные, эродированности почв, почвенного районирования;
- геоботанические и зоогеографические (карты биосферы) - включают карты ареалов растений, животных и грибов, типов растительности, распространения флоры и фауны, лесные, фенологические, биоразнообразия и биопродуктивности;
- общие физико-географические (карты природных комплексов) - включают ландшафтные, ландшафтно-динамические, физико-географического районирования.

Приведенный краткий перечень далеко не исчерпывает многообразие карт природных явлений. Едва ли не каждый из упомянутых видов карт может быть подразделен далее: геологические карты - по отображаемым стратиграфическим подразделениям, геохимические - по химическим элементам, климатические- по метеоэлементам и периодам осреднения, геоботанические и зоогеографические - по систематическим группам растений, животных и грибов и др.

Карты общественных явлений (социально-экономические) подразделяются по видам человеческой деятельности, категориям общественных явлений и изучающим их наукам. Среди них различают следующие группы:

- населения - включают карты численности и плотности населения, половозрастного, национального, социального и конфессионального состава, демографические (рождаемости, смертности и естественного движения), занятости и безработицы, жизненного уровня и человеческого капитала;
- экономики - включают карты общеэкономические, природных ресурсов (минеральных, климатических и в т. ч. агроклиматических, водных, земельных, лесных), промышленности (в целом и по отраслям), сельского хозяйства (в целом и по отраслям), лесного хозяйства, рыболовства и промыслов, транспорта (в целом и по видам), связи (в целом и по видам), торговли и финансов, экономико-географического районирования;
- социальной инфраструктуры - включают карты учреждений образования, здравоохранения, физкультуры и спорта, объектов рекреации и туризма;

-науки и культуры - включают карты научных учреждений и научной инфраструктуры, учреждений культуры, памятников культуры и их охраны;

-политические и политико-административные - включают карты политико-административного деления, политических организаций, геополитических интересов и конфликтов, политических предпочтений и электоральных результатов;

-исторические - включают карты археологических памятников и культур, исторических событий (военных и политических, экономических, научных, культурных).

Карты общественных явлений также могут классифицироваться и далее: демографические - по методикам создания, периодам осреднения и датам; экономические - по отраслям и подотраслям, технологиям, категориям предприятий исторические - по эпохам и периодам и т. п.

Карты взаимодействия природы и общества (экологические) классифицируются по-разному, в зависимости от принимаемых классификационных принципов:

- по назначению выделяются карты для практической природоохранной деятельности, для научных исследований природоохранной направленности, для экологического образования и воспитания;

-по охвату компонентов природной среды различают карты состояния атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод суши, морских вод, почв, недр, растительности и животного мира, физических полей, а также комплексные экологические;

- по компонентам экологических ситуаций - карты устойчивости природной среды, воздействий на природную среду, состояния природной среды, экологической политики и природоохранных мероприятий;

- по факторам и механизмам воздействия на здоровье человека - карты комфортности природной среды, природного и техногенного риска, в т. ч. риска от различных видов загрязнения;

- по научно-прикладной направленности, в зависимости от которой карты подразделяются на инвентаризационные (нацеленные на учет и описательные характеристики природных объектов), оценочные (характеризующие соответствие состояний и условий природной среды каким-либо критериям и/или нормативам, прогнозные (отображающие предполагаемые и/или недоступные для непосредственного изучения природные объекты и их свойства), рекомендательные (направленные на оптимизацию и гармонизацию отношений в природной среде, предотвращение или смягчение неблагоприятных явлений и их последствий).

Экологические карты также могут быть классифицированы далее по многочисленным частным признакам, таким как виды и формы нахождения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, поверхностных и подземных водах, почвах, заболевания и их группы и др. Специфическим для экологических карт является их деление по источникам исходной информации на составленные по данным:

- дистанционного зондирования;
- статистических материалов и результатов их обработки;
- полевого картографирования и мониторинга;
- изучения состояния биоиндикаторов;
- обобщения материалов из разных источников.

К экологическим картам близко примыкают ***медико-географические,*** среди которых различают карты природных и социальных предпосылок заболеваний, уровней и видов заболеваемости, причин и факторов смертности.

4.2.3 Характеристика топографических карт и приемы работы с ними

4.2.3.1 *Свойства и содержание топографических карт*

Топографическая карта - основной графический документ о местности, содержащий точное, подробное и наглядное изображение рельефа, гидрографии, населенных пунктов, коммуникаций и других местных предметов. Топографические карты, создаваемые в России, образуют единый масштабный ряд, имеют единую систему разграфки и номенклатуры, общие условные обозначения. Таблицы условных обозначений издаются отдельно от карт и доступны в интернете. Но большинство обозначений топографических карт понятно для опознания по зрительной ассоциации.

К важнейшим свойствам топографических карт относятся: геометрическая точность, географическое соответствие, достоверность, современность и полнота содержания. Под геометрической точностью понимается соответствие местоположений, очертаний и размеров объектов на местности и на карте. Географическое соответствие означает изображение местности на карте в основных, типических чертах и пространственных взаимосвязях, с учетом специфики территории. Достоверность карты означает соответствие её содержания действительности на определенную дату, которая должна указываться на карте. Современной является карта, соответствующая текущему состоянию местности. Карта, утратившая свойство современности, является устаревшей и подлежит обновлению. Устаревшие карты непригодны или малопригодны для решения практических задач, но могут представлять научный интерес как материал для изучения динамики природных процессов и истории хозяйственного освоения.

Таблица 4

Нормативы изображения различных объектов на топографических картах разных масштабов

Изображаемые объекты		Масштабы и нормативы изображения			
		1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
Дороги шоссейные		Все	Все	Все	С отбором
Дороги грунтовые		Все	Основные	Основные	В малонаселённой местности
Населённые пункты		Все	Все	С числом домов более 10	Не более 1 на 25 км^2
Отдельные дворы		Все	Частично	Редко	Нет
Водотоки длиной более		0,5 км	1 км	2 км	5 км
Озера площадью более		0,5 га	2 га	8 га	50 га
Болота площадью более		5 га	20 га	100 га	600 га
Леса площадью более		2,5 га	Юга	40 га	100 га
Обрывы, насыпи, дамбы	высотой более	1 м	2 м	3 м	5 м
	длиной более	150м	300 м	500 м	800 м

Топографические карты России до масштаба 1:50 000 включительно имеют гриф секретности; карты масштаба 1:100 000 предназначены для служебного пользования (ДСП), мельче 1:100 000- не секретные. Но в настоящее время опубликовано большое количество открытых карт масштаба 1:100 000 и крупнее, с которых сняты сведения о геодезических пунктах, характеристики инженерных сооружений, упрощенно показан или вообще не показан рельеф и т. п. В России созданием и обновлением топографических карт занимаются АО «Роскартография» и подведомственные ему государственные аэрогеодезические предприятия, а также подразделения Топографической службы Вооруженных сил РФ.

Содержание топографических карт принято разделять на рельеф и ситуацию. Последняя включает в себя гидрографию, населенные пункты, дороги и другие коммуникации, растительность и грунты. Рельеф относительно устойчив во времени, за исключением территорий, подвергшихся сильному изменению при инженерной подготовке к строительству и застройке, мелиоративном освоении либо подвергшихся катастрофическим природным процессам (вулканические извержения, сели, крупные оползни и т. п.). Ситуация изменяется значительно быстрее, от месяцев в районах активного строительства до десятилетий в ненаселенных районах, где основными факторами изменений являются русловые процессы на реках, сукцессионная смена растительных ассоциаций и лесные пожары, эрозионные, карстовые и криогенные процессы.

4.2.3.2 Разграфка и номенклатура топографических карт

Работа с топогра-

фическими картами при подготовке к полевым геоэкологическим и другим исследованиям начинается с подбора карт. Для этого необходимо знать разграфку и номенклатуру топографических карт. Разграфкой карт называется система деления их на листы, номенклатурой – система обозначения листов. В основе разграфки и номенклатуры российских карт лежит упомянутая выше (подраздел 1.2.1) система 6-градусных координатных зон и 4-градусных рядов, разработанная на рубеже XIX и XX вв. для международной миллионной карты. Отсчет 6-градусных зон ведется от 180-го меридиана, с запада на восток, зоны нумеруются арабскими цифрами, от 1-й до 60-й. 4-градусные широтные ряды обозначаются прописными буквами латинского алфавита – начиная с А. Итого лист карты масштаба 1: 1 000 000 занимает 6° по широте и 4° по долготе и обозначается буквой широтного ряда и цифрой долготной зоны (колонны). Например, Москва находится в пределах листа N-37 (рис. 25).

В Южном полушарии листы обозначаются аналогичным образом, но с прибавлением букв ЮП, например L-22 ЮП.

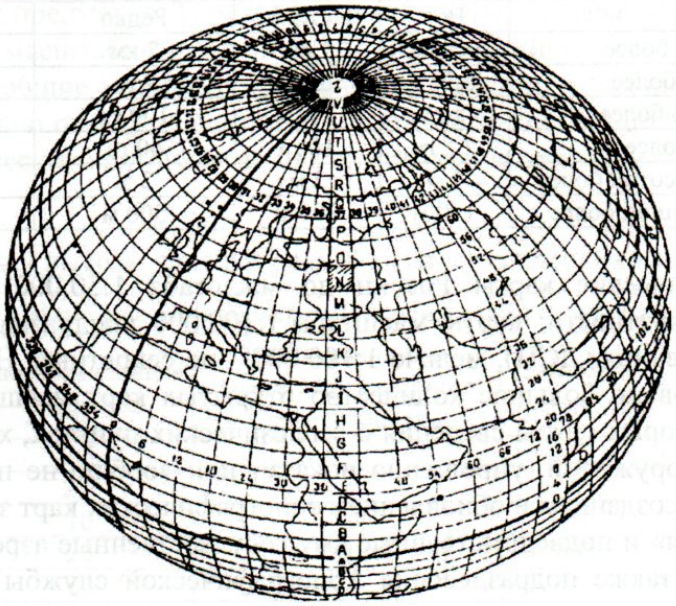


Рис. 25. Схема разграфки и номенклатуры листов топографических карт масштаба 1:1 000 000

Листы карт масштабов 1:500 000, 1:200 000 и 1:100 000 получают делением листа масштаба 1:1 000 000. Обозначения листов этих масштабов получают прибавлением соответствующих букв и цифр к обозначению листа масштаба 1:1 000 000 (рис. 26).

Листы масштаба 1:500 000 получают делением листа масштаба 1:1 000 000 на 4 части, соответственно каждый из листов масштаба 1:500 000

занимает 3° по долготе и 2° по широте. Листы масштаба 1:500 000 обозначают прописными буквами русского алфавита.

Листы масштаба 1:200 000 получают делением листа масштаба 1:1 000 000 на 36 частей, соответственно каждый из листов масштаба 1:200 000 занимает 1° по долготе и 40° по широте. Листы масштаба 1:200 000 обозначают римскими шифрами.

Листы масштаба 1:100 000 получают делением листа масштаба 1:1 000 000 на 144 части, соответственно каждый из листов масштаба 1:100 000 занимает 30’ по долготе и 20’ по широте. Листы масштаба 1:100 000 обозначают арабскими шифрами.

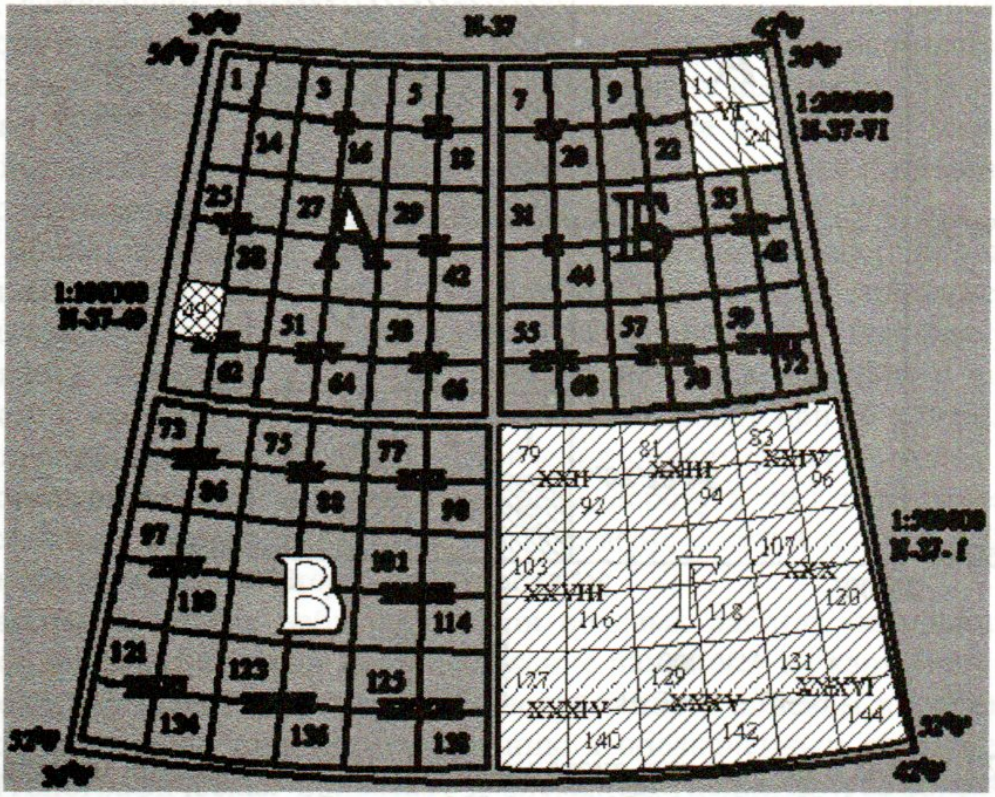


Рис. 26. Схема получения из листа масштаба 1:1 000 000 и обозначения листов масштабов 1:500 000, 1:200 000 и 1:100 000

Листы масштабов 1:50 000, 1:25 000 и 1:10 000 получают последовательным делением листов масштаба 1:100 000. Обозначения их также получают последовательным прибавлением соответствующих букв и цифр к обозначению листа масштаба 1:100 000 (рис. 27).

Листы масштаба 1:50 000 получают делением листа масштаба 1:100 000 на 4 части, соответственно каждый из листов масштаба 1:50 000 занимает 15’ по долготе и 10’ по широте. Листы масштаба 1:50 000 обозначают прописными буквами русского алфавита.

Листы масштаба 1:25 000 получают делением листа масштаба 1:50 000 на 4 части, соответственно каждый из листов масштаба 1:25 000 занимает 7’30” по долготе и 5’ по широте. Листы масштаба 1:25 000 обозначают строчными буквами русского алфавита.

Листы масштаба 1:10 000 получают делением листа масштаба 1:25 000 на 4 части, соответственно каждый из листов масштаба 1:10 000 занимает 3'45" по долготе и 2'30" по широте. Листы масштаба 1:10 000 обозначают арабскими цифрами.

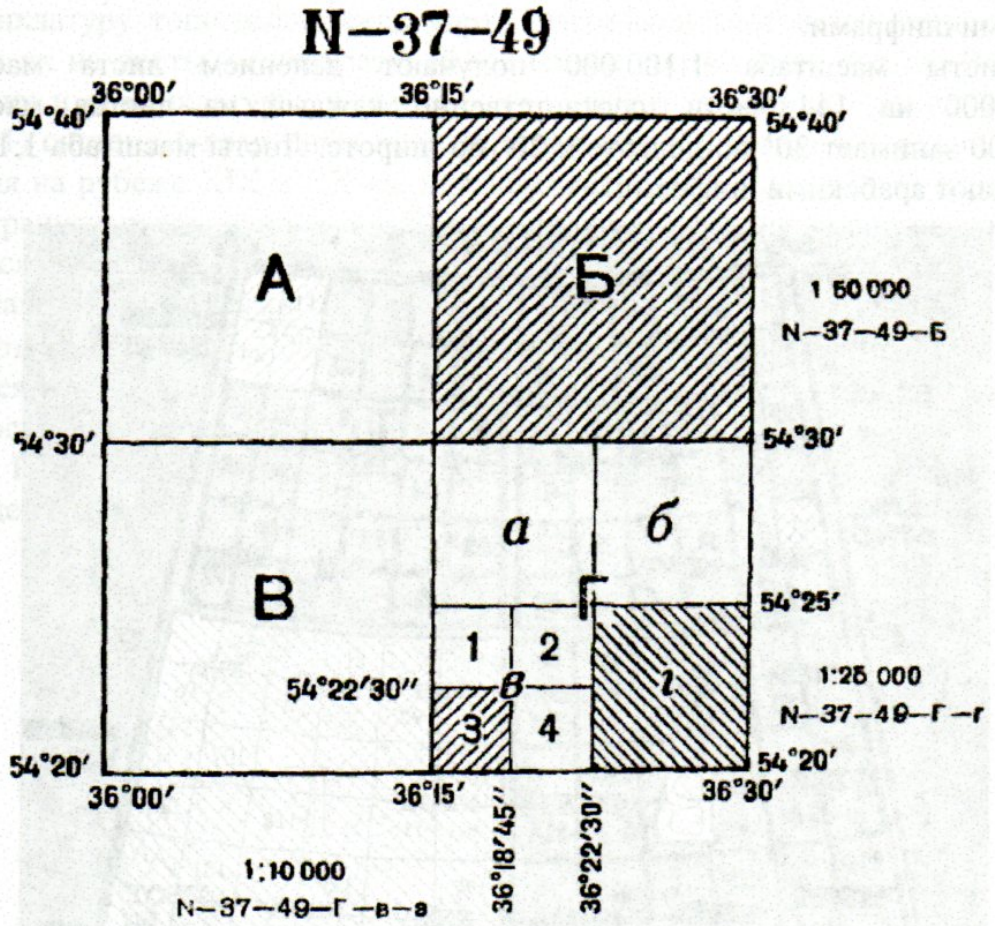


Рис. 27. Схема получения из листа масштаба 1:100 000 листов масштабов 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000 и их обозначения

4.2.3.2 Использование топографических карт при геоэкологических исследованиях

Анализ карт при подготовке к полевым работам начинают с выделения речной и овражно-балочной сети: оконтуривают днища речных долин, оврагов, балок и других понижений рельефа. Междуречные пространства разделяют по крутизне на контуры с примерно одинаковыми расстояниями между горизонталями. Разделяющие эти контуры перегибы поверхностей редко бывают случайными, поэтому во многих случаях так можно предварительно наметить участки с разными почвами и подстилающими их грунтами. При планировании полевых работ требуется выполнять измерения расстояний и уклонов, оценивать расчлененность и проходимость местности.

К важнейшим элементам полевых работ относится ориентирование на местности и привязка точек наблюдения. Ориентирование на местности по картам включает отождествление элементов ситуации на местности и на карте, что позволяет предвидеть появление объектов на трассе движения и планировать свои действия. Объекты, удобные для опознания на местности и на карте, называют ориентирами. Ориентиры бывают точечные (здания и строения, трубы и башни, мосты, пересечения дорог и просек и т. п.), площадные (озера, крупные населенные пункты, парки и леса в малолесной местности) и линейные (железные и автомобильные дороги, реки, линии электропередач). Наиболее удобными являются линейные ориентиры, позволяющие передвигаться с надежной привязкой к местности и восстанавливать ориентировку при её потере. Наиболее распространенный способ восстановления ориентировки - выход при помощи компаса на линейный ориентир (реку, дорогу и др.), расположенный в приблизительно известном направлении (к северу, к югу и т. п.) от района местности, где произошла потеря ориентировки.

Работы на точках наблюдения при полевых работах начинаются с их привязки, в рамках которой местоположение наносится на карту или аэрофотоснимок и обозначается номером. Одновременно в полевом дневнике записывается положение точки по отношению к обозначенным на карте ориентирам (топографическая привязка) и элементам рельефа (геоморфологическая привязка). Ориентир, по отношению к которому осуществляется топографическая привязка, должен быть точечным: пересечение дорог, исток или устье ручья, оконечность населенного пункта и т. п. Пример привязки точки наблюдения: ***в 0,25 км к СВ от южной оконечности д. Ивановка, в средней части левого склона долины р. Березовка в промоине обнажается и расчищено...*** (далее следует описание почвы и подстилающих горных пород, а также микрорельефа, характера растительности и др.).

Все указанные действия требуют хороших навыков чтения карты. 4.2.3.3 Основные приемы работы с топографической картой

Измерение расстояний - самая элементарная измерительная операция, входящая как составная часть и в ряд других операций. Короткие прямолинейные расстояния измеряют одним раствором циркуля-измерителя (рис. 28). Протяженные отрезки измеряют в несколько приемов, последовательно наращивая результат. Криволинейные отрезки и извилистые линии измеряют «шагами» циркуля-измерителя с коротким, тщательно вымеренным раствором (1 или 2 мм), либо курвиметром (рис. 29), прокатывая его колесико по измеряемой линии. Для точности криволинейные отрезки измеряют дважды, в прямом и обратном направлении, принимая за окончательный результат среднее значение. При большом расхождении измеряют в третий раз, после чего сильно отличающееся значение отбрасывают и осредняют два оставшихся. После того как результат (в мм) получен, его умножают на знаменатель масштаба и переводят из миллиметров в метры или километры.

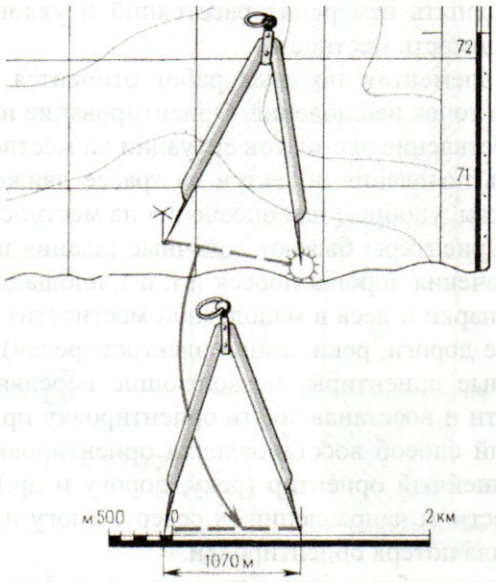


Рис. 28. Измерение прямолинейного отрезка



Рис. 29. Курвиметр

Определение плоских прямоугольных координат начинается с определения абсциссы ближайшей с юга и ординаты ближайшей с запада линий координатной (километровой) сетки. Полные значения абсцисс и ординат в километрах подписываются в углах карты; для остальных линий подписывают только две последние цифры. После этого по перпендикулярам к координатным линиям измеряют расстояния от них до точки, координаты которой определяют (приращения координат) и прибавляют соответственно к абсциссе и ординате линий (рис. 30).

Если точка, координаты которой определяют, располагается вблизи западной или южной рамки карты, то приращения координат измеряют от первой с востока или с севера координатной линии и полученные значения (отрицательные приращения) ***вычитают*** из соответствующей абсциссы или ординаты этой линии. В остальных случаях удобнее работать с положительными приращениями, к северу и востоку от координатных линий.

Определение географических координат отличается от определения плоских прямоугольных координат в связи с тем, что параллели и меридианы

на топографических картах представлены только рамками. Северную и южную рамки образуют отрезки параллелей, а западную и восточную -

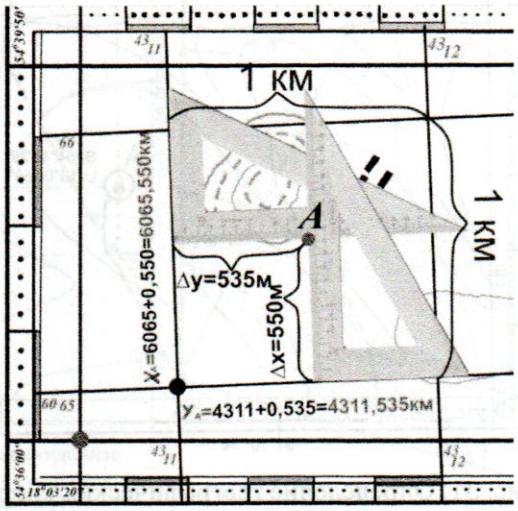


Рис. 30. Определение плоских прямоугольных координат точки

отрезки меридианов. Но в составе рамок карт имеются также минутные рамки (чередующиеся закрашенные и незакрашенные отрезки протяженностью по одной минуте) и точки для обозначения десятисекундных интервалов (рис. 30). Поэтому для удобства измерения рекомендуется соединить точки с одинаковыми широтами и долготами на противоположных рамках карты и обозначить (длинной линейкой) или провести (простым карандашом, временно) параллель и меридиан (достаточно отрезка вблизи определяемой точки). Чтобы приращения координат были положительными, рекомендуется параллель обозначать к югу, а меридиан к западу от определяемой точки (рис. 31). После этого измеряют по перпендикулярам расстояния от определяемой точки до параллели и меридиана и переводят линейные меры в угловые, решая пропорцию, в которой за известные линейные значения широты и долготы принимают измеренные значения минут (по минутной рамке) или 10-секундных интервалов.

Определение азимутов и дирекционных углов. При измерительных работах по карте и на местности используют следующие *углы ориентирования:*

- географический (истинный) азимут (Аг) - угол между северным направлением географического меридиана и направлением на предмет, измеряемый по ходу часовой стрелки;
- магнитный азимут (Ам) - угол между северным направлением магнитного меридиана и направлением на предмет, измеряемый по ходу часовой стрелки;
- дирекционный угол (а) - угол между северным направлением вертикальной линии координатной сетки и направлением на предмет, измеряемый по ходу часовой стрелки.

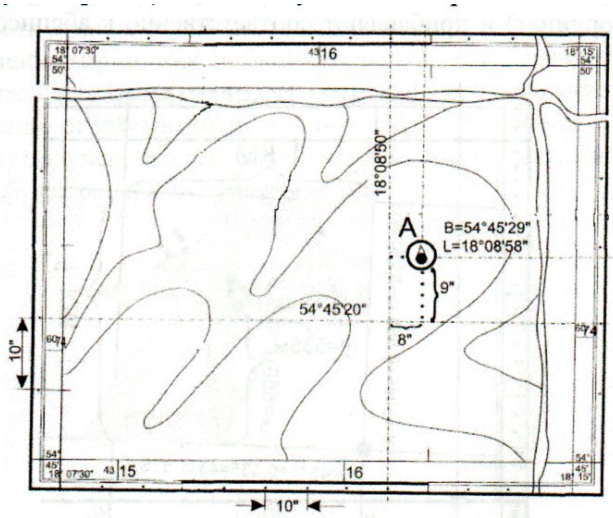


Рис. 31. Определение географических координат

Взаимоотношения перечисленных углов ориентирования показаны на рис. 32. Угол между географическим и магнитным меридианом называется магнитным склонением, обозначается δ и изменяется в пространстве и с

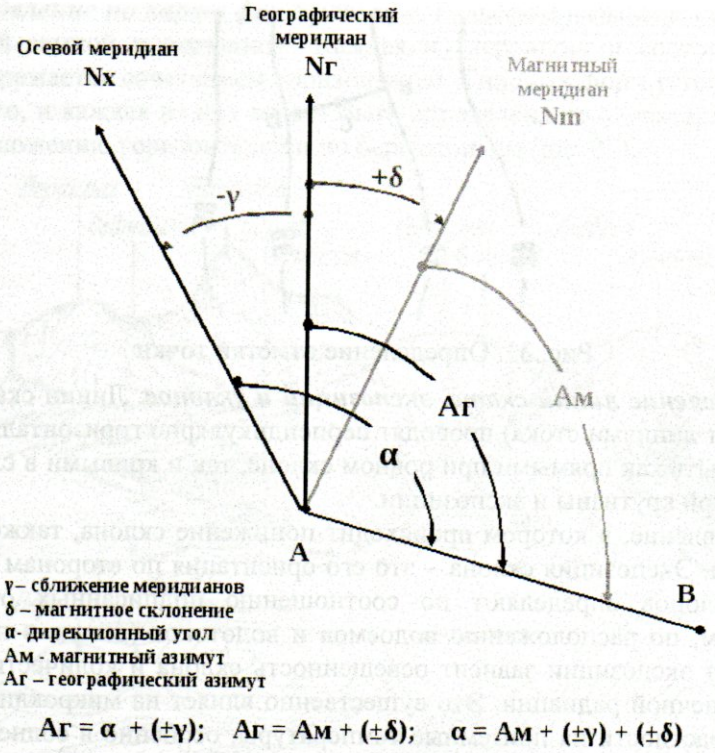


Рис. 32. Взаимоотношения между углами ориентирования

течением времени. Магнитное склонение может быть восточным (положительным) и западным (отрицательным).

Угол между северным направлением географического меридиана и северным направлением вертикальной линии координатной сетки называется сближением меридианов, обозначается у и также может принимать положительные и отрицательные значения. Значения магнитных склонения и сближения мери-

дианов для данного листа подписывают под южной рамкой топографических карт. Зная эти величины, можно легко переходить от одних углов ориентирования к другим. При работах на местности обычно определяют магнитный азимут, поскольку направление магнитного меридиана легко определяется при помощи компаса (буссоли). При измерениях на карте удобнее измерять дирекционные углы.

Определение абсолютной отметки точки начинают с определения отметок горизонталей, между которыми точка располагается. Для этого считают отметки от ближайшей подписанной горизонтали или отметки, прибавляя или вычитая величины высоты сечения рельефа по числу интервалов между горизонталями. При этом направления повышения или понижения поверхности определяют по соотношению подписанных отметок или по бергштрихам - коротким черточкам, перпендикулярным к горизонталям и обращенным в направлении понижения.

Через точку, для которой определяют абсолютную отметку, проводят линию, перпендикулярную к выше- и нижележащей горизонтали. Далее измеряют длины отрезков этой линии выше и ниже определяемой точки и распределяют величину высоты сечения рельефа пропорционально отрезкам. Полученную разность высот между нижележащей горизонталью и точкой плюсуют к отметке нижележащей горизонтали. В приведенном на рис. 33 примере определяемая точка заключена между горизонталями 84 и 86 м. Если длина отрезка ***ac*** от нижележащей горизонтали составит 7 мм, а расстояние между горизонталями ***ab -*** 18 мм (перевод в расстояния на местности в данном случае необязателен, поскольку при решении пропорции размерность расстояний сокращается), то из пропорции отрезку ***ac*** соответствует превышение 0,8 м и отметка точки с 84,8 м.

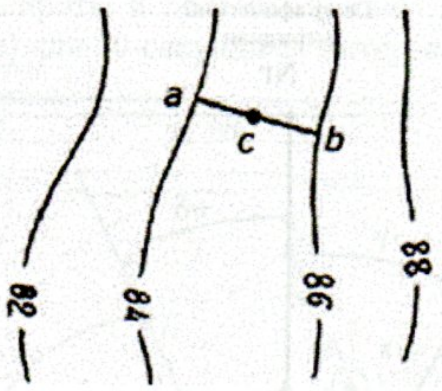


Рис. 33. Определение отметки точки

Определение линий ската, экспозиций и уклонов. Линии ската (их также называют линиями стока) проводят перпендикулярно горизонталям. Эти линии могут быть как прямыми при ровном склоне, так и кривыми в случае склона переменной крутизны и экспозиции.

Направление, в котором происходит понижение склона, также называют экспозицией. Экспозиция склона – это его ориентация по сторонам света. Экспозиции склонов определяют по соотношению подписанных отметок, по бергштрихам, по расположению водоемов и водотоков (всегда в понижениях рельефа). От экспозиции зависит освещенность склона и количество получаемой им солнечной радиации. Это существенно влияет на микроклиматические условия, в частности на приземные температуры, особенно в солнечную погоду, а также на увлажненность поверхности склона, сроки и интенсивность таяния снежного покрова.

Уклоны поверхности определяют при помощи шкал заложений (рис. 34), размещаемых под южной рамкой карты. Заложением называют кратчайшее расстояние между соседними горизонталями, простыми или утолщенными. Утолщенными для облегчения чтения карт показывают каждую пятую горизонталь.

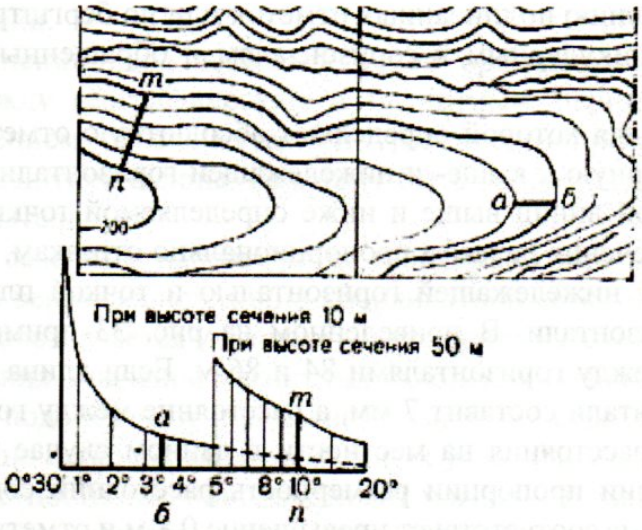


Рис. 34. Определение уклонов по шкалам заложений

Определение по карте форм рельефа. Рельефом называют совокупность неровностей земной поверхности. Каждая из неровностей соответствующим образом выражается сочетанием горизонталей. Типовых форм рельефа выделяется немного, и каждая из них может быть определена по характерному взаимному расположению горизонталей и по бергштрихам (рис 35).

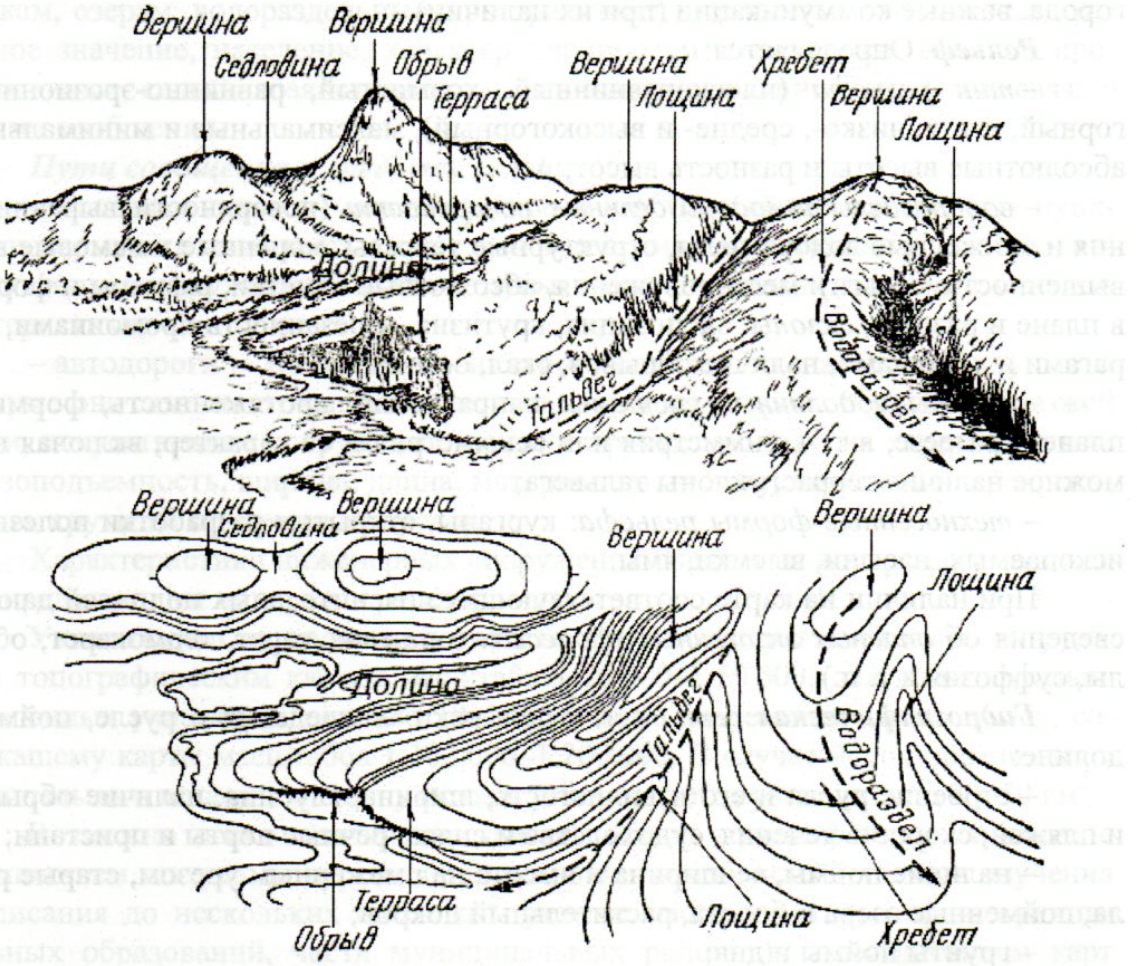


Рис. 35. Внешний вид и изображение горизонталями наиболее распространенных типовых форм и элементов рельефа

4.2.4 Геологические карты

4.2.4.1 Назначение и масштабы геологических карт

Назначение и масштабы. Геологическое картографирование - наиболее развитая в России отрасль создания, хранения и использования тематических карт. Геологические карты создаются в результате геологических съемок - комплексных исследований территорий, имеющих картографическую направленность. Проведение геологических съемок в России централизовано: их в настоящее время выполняют государственные геологические предприятия - территориальные подразделения АО «Росгеология». Геологическая съемка - первая стадия геологического изучения, предшествующая поискам и разведке месторождений полезных ископаемых. В настоящее время в комплексе с геологическими съемками часто проводят гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические исследования. Геологические съемки обычно выполняются по листам стандартной разграфки топографических карт (см. выше), вне зависимости от административных границ.

Основные масштабы геологических съемок в России - 1:200 000 и 1:50 000. Территория России практически полностью заснята в масштабе 1:200 000, но во многих случаях съемки выполнялись несколько десятилетий назад и в свете современных требований требуется доизучение. Съемки масштаба 1:50 000 для преобладающей части территории России пока не проведены. Для густонаселенных и наиболее экономически важных регионов создаются сводные карты масштаба 1:200 000 или 1:500 000. В более мелких масштабах Всероссийским геологическим институтом им. А. П. Карпинского создаются обобщающие карты: в масштабе 1:2 500 000 для территории России в целом, в масштабе 1:1 000 000 для листов стандартной разграфки. Упрощенные варианты обобщающих карт регионов (ГИС-атлас «Недра России») в настоящее время доступны в Интернете: http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/.

Содержание результатов геологических исследований. По результатам геологических съемок создаются геологические отчеты, состоящие из текста отчета (геологического описания), текстовых приложений (описаний скважин, результатов анализов и др.), графических приложений (карт и разрезов). Геологические отчеты хранятся в геологических фондах - федеральном в Москве, региональных в центрах регионов и в архивах геологических организаций, выполнявших работы. Типовой комплект карт в составе геологического отчета обычно включает следующие.

4.2.4.2 Разновидности геологических карт

Карты фактического материала

На картах фактического материала показывают размещение всех точек описания обнажений, скважин, шурфов, мест отбора проб, выполнения геофизических, гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологи-

ческих исследований. Все точки получения геологической и другой информации показываются значками и нумеруются. Описания обнажений, скважин, результаты анализов и опытов приводятся в текстовых приложениях под теми же номерами. Таким образом, карта фактического материала выполняет роль «ключа» ко всему отчету, показывая, какие именно данные имеются для тех или иных участков местности.

Геологические карты общего назначения

По результатам геологических работ составляется большое количество разнообразных карт. Здесь приведены только те карты, которые могут быть использованы при геоэкологическом картировании как материалы предшествующих геологических исследований.

На геологических картах общего назначения (геолого-стратиграфических) показывают качественным фоном, с дополнительным обозначением буквенными и цифровыми индексами, возраст и состав пород, выходящих на поверхность (пример - рис. 36). Основной элемент показа на геологических картах - стратиграфические подразделения. Их наименования, положение в разрезе и соответствующие им геологические индексы строго унифицированы, определяются Стратиграфическим кодексом РФ, регламентирующим разрабатываемые на его основе типовые легенды карт. Цвета, отражающие возраст крупных стратиграфических подразделений до систем включительно определены Международной стратиграфической шкалой: девонская система обозначается коричневым цветом, меловая - зеленым, и т. д. Более мелкие стратиграфические подразделения (отделы, ярусы, и т.д.) раскрашиваются оттенками света систем по принятому в геологии принципу «чем древнее, тем темнее». Кроме стратиграфических подразделений на этих картах изображаются интрузивные, нестратифицированные (неслоистые) метаморфические образования и разрывные дислокации горных пород. Интрузивные и метаморфические образования также раскрашиваются в установленные инструктивными материалами цвета, отражающие химический состав пород.

Второй системой качественного фона (штриховыми знаками) может показываться литологический состав пород. К этому обычно прибегают при пространственной неоднородности стратиграфических подразделений. Линейными знаками показываются геологические границы, разрывные нарушения, линии разрезов; значками - опорные обнажения и скважины, места важнейших фаунистических находок, измеренные в отдельных точках элементы залегания пород; ареалами - зоны развития метаморфизма.

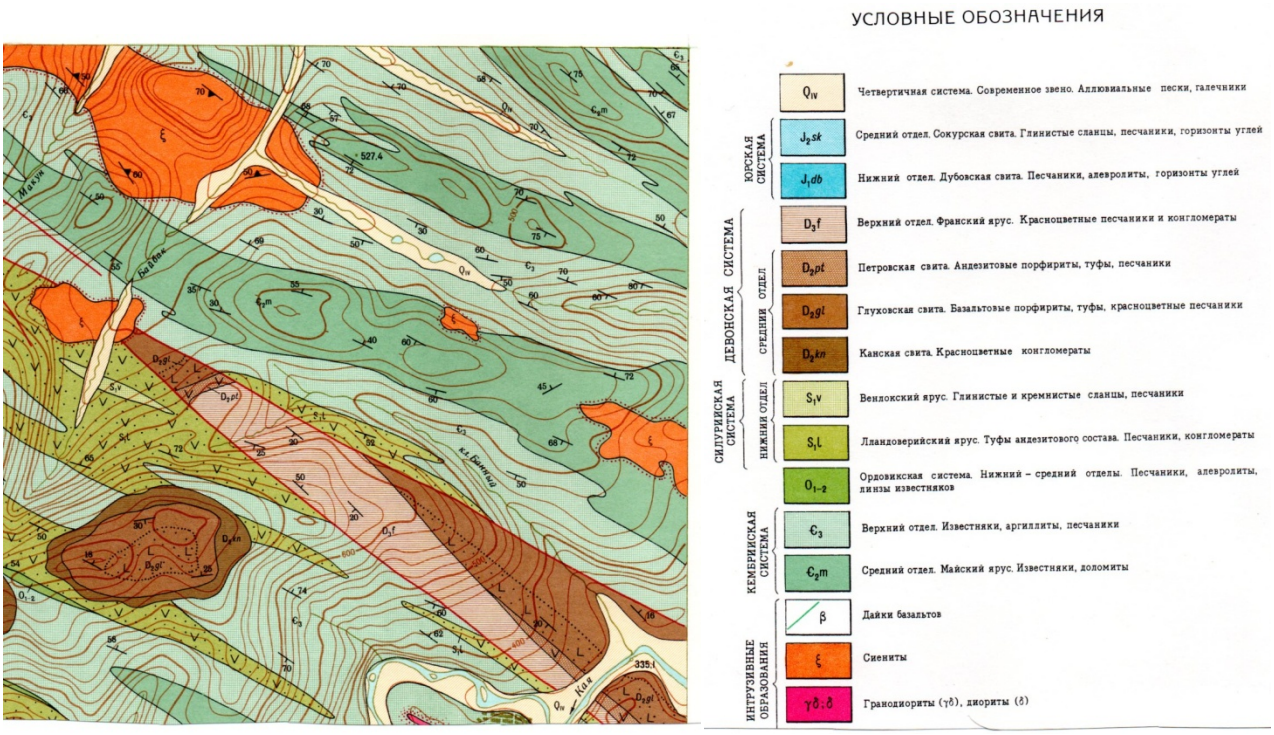


Рис. 36. Фрагмент геологической карты масштаба 1:100 000

Обязательными дополнениями к геологическим картам являются стратиграфические колонки и разрезы. Пространственное положение геологических границ на картах и разрезах должно точно совпадать. То же относится к геологическим границам на стыках смежных листов.

Карты четвертичных отложений

Карты четвертичных отложений (геологические карты четвертичных отложений) по способам составления и распределению изобразительных средств близки к геологическим. Основное отличие определяется тем, что фоновой окраской передается не возраст, а генезис пород: аллювиальные отложения обозначаются зеленым цветом, ледниковые - коричневым, делювиальные - оранжевым и т. д. Возраст передается оттенками цветов по указанному выше принципу «чем древнее, тем темнее» и индексами. Второй системой качественного фона (штриховыми знаками) так же может передаваться литологический состав пород. Кроме того, обозначаются линии разрезов (линейными знаками), опорные обнажения и скважины, места важнейших фаунистических и флористических находок (значками). В районах со значительной ролью ледниковых образований дополнительно обозначают конечно-моренные гряды, камы, озы, друмлины (способом ареалов) и направления движения ледника (способом линий движения). В районах распространения морских и озерных отложений различного возраста и состава линейными знаками могут обозначаться границы распространения трансгрессий и их стадий.

При сложном строении четвертичных отложений иногда составляют двуслойные карты, на которых первый слой показывается в виде полос, ширина которых зависит от его мощности, а между полосами - залегающий ниже второй слой. Обязательными дополнениями к картам четвертичных отложений являются разрезы и схемы строения четвертичных отложений.

Карты полезных ископаемых

Карты полезных ископаемых создаются на основе геологических карт, разгруженных от не необходимых в данном случае элементов содержания: опорных обнажений, мест фаунистических находок и т. п. Распространение стратиграфических подразделений может показываться генерализованно. Важнейший элемент содержания карты полезных ископаемых - показ месторождений, проявлений и перспективных площадей, для чего используются соответственно значки и ареалы. Значки используются унифицированные, с подразделением по видам ископаемых, категориям запасов и происхождению. В районах с многообразными месторождениями полезных ископаемых могут создаваться отдельные карты месторождений полезных ископаемых четвертичных и дочетвертичных отложений.

В районах со значительными перспективами обнаружения месторождений создаются также карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых. На этих картах основное внимание уделяется показу распространения стратиграфических подразделений, перспективных на те или иные виды полезных ископаемых. Могут выделяться перспективные участки и площади, рекомендуемые для первоочередного выполнения поисковых и оценочных работ.

Гидрогеологические карты

Гидрогеологические карты создаются путем интерпретации карт дочетвертичных и четвертичных отложений. На этих картах стратиграфические подразделения в зависимости от своих характеристик водопроницаемости и обводненности изображаются как ***водоносные горизонты*** и ***комплексы*** (закрашиваются в соответствующий цвет), ***водоупоры*** (показываются тонкой штриховкой) и ***спорадически обводненные толщи*** (показываются полосчатой окраской). При помощи сложных значков и пояснительных надписей обозначаются скважины, колодцы и естественные выходы подземных вод, с характеристикой их минерализации и химического состава воды (рис. 38). Иногда химический состав подземных вод передается второй системой качественного фона (штриховыми знаками).

Изолиниями могут показываться глубины залегания и величины напора подземных вод определенных горизонтов и комплексов, ареалами - контуры

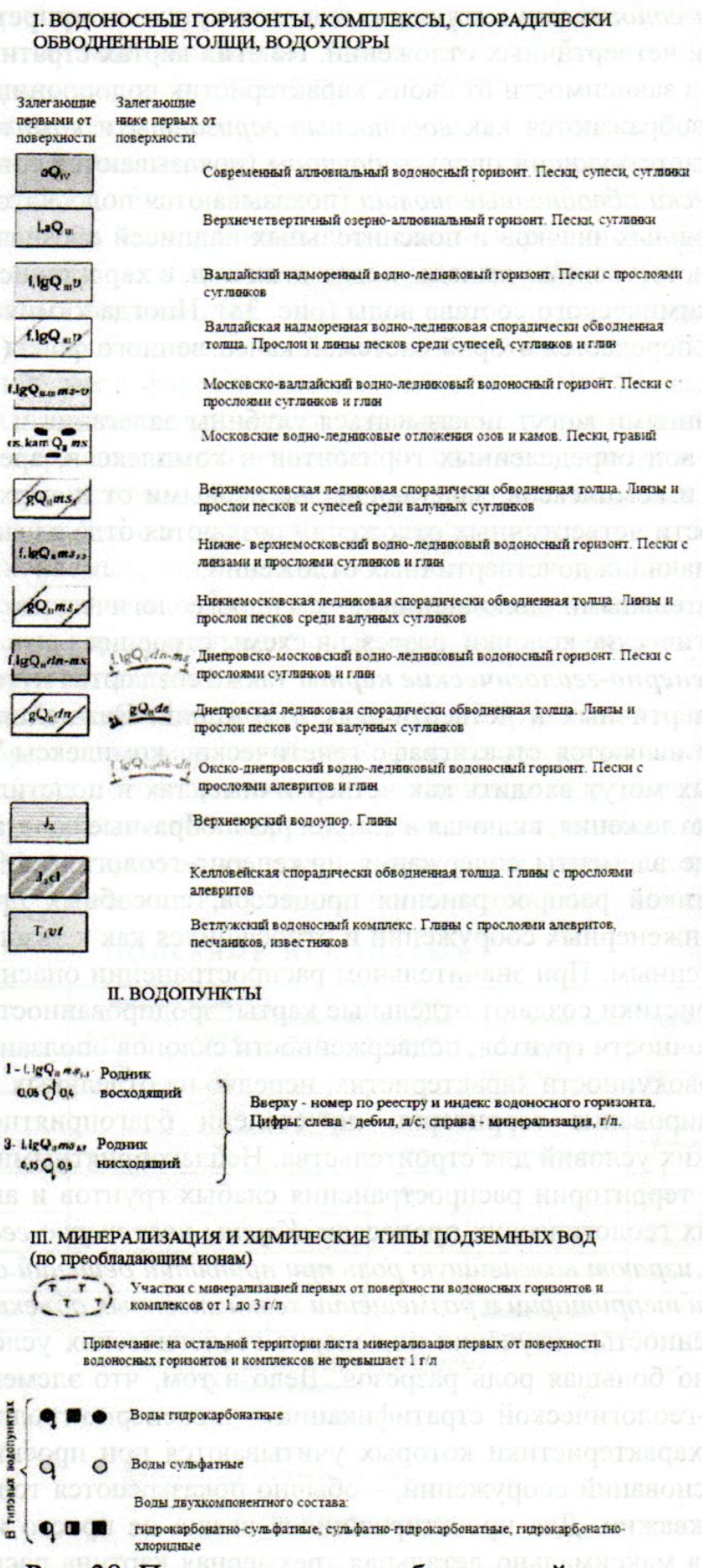


Рис. 38. Пример условных обозначений государственной гидрогеологической карты масштаба 1:200 000

горизонтов и комплексов, залегающих не первыми от поверхности. При большой мощности четвертичных отложений создаются отдельные карты для них и для подстилающих дочетвертичных отложений.

Обязательными дополнениями к гидрогеологическим картам являются гидрогеологические колонки, разрезы и схемы строения.

Инженерно-геологические карты

Инженерно-геологические карты также создаются путем интерпретации карт дочетвертичных и четвертичных отложений. Важнейшим элементом их содержания являются стратиграфо-генетические комплексы отложений, в состав которых могут входить как четвертичные, так и подстилающие их дочетвертичные отложения, включая в т. ч. их разнообразные сочетания (рис. 39).

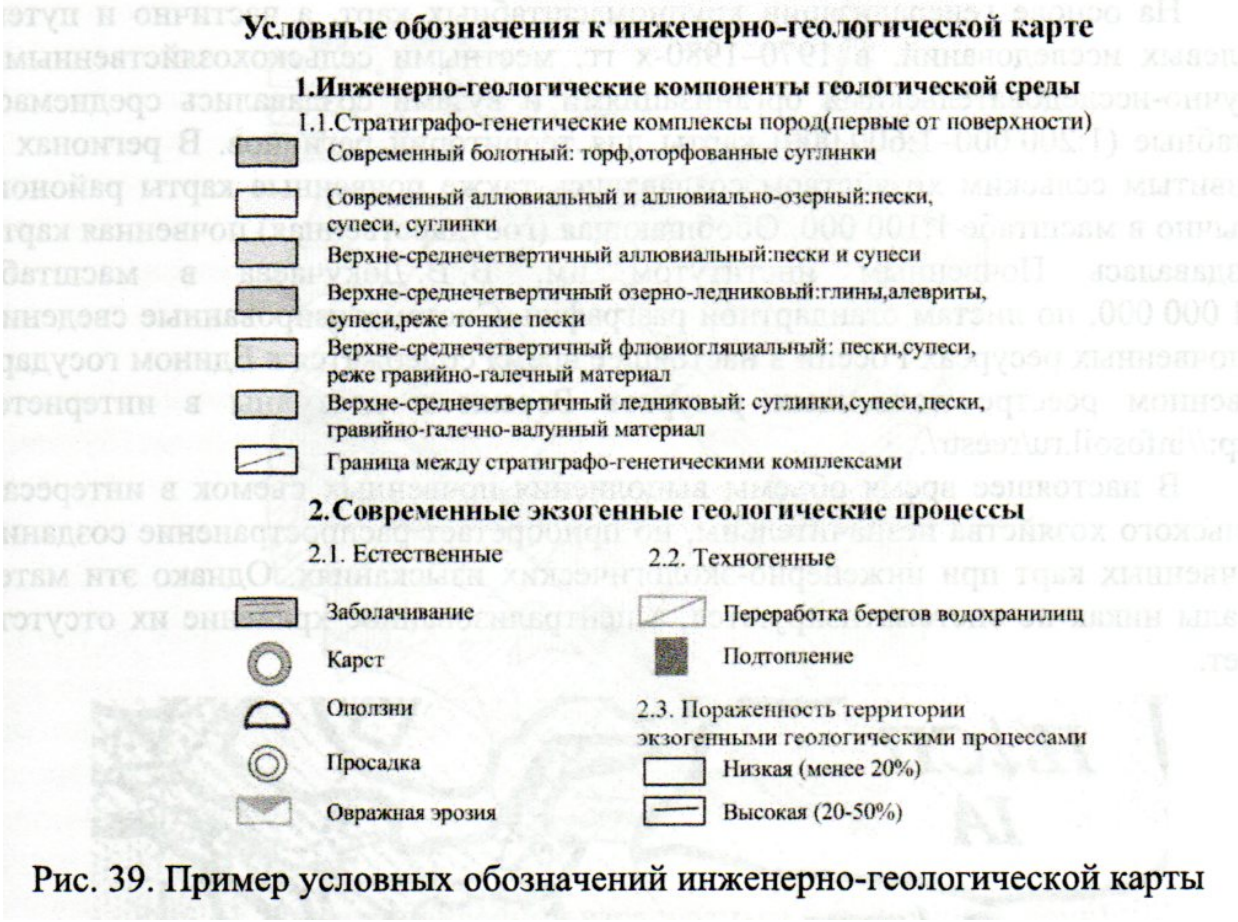


Рис. 39. Пример условных обозначений инженерно-геологической карты

Другие элементы содержания инженерно-геологических карт связаны с характеристикой распространения процессов, способных представлять опасность для инженерных сооружений и относящихся как к экзогенным, так и (реже) к эндогенным. При значительном распространении опасных процессов для их характеристики создают отдельные карты: эродированности, закарстованности, просадочности грунтов, подверженности склонов оползанию и др.

По совокупности характеристик, нередко на отдельных картах, показывается районирование территории по степени благоприятности инженерно- гео-

логических условий для строительства. Неблагоприятными для строительства считают территории распространения слабых грунтов и активных проявлений опасных геологических процессов. ***Карты инженерно-геологического районирования играют важнейшую роль при принятии решений о функциональном зонировании территории и размещении хозяйственных объектов.***

Особенностью изучения инженерно-геологических условий является исключительно большая роль разрезов. Дело в том, что элементарные единицы инженерно-геологической стратификации - инженерно-геологические элементы (ИГЭ), характеристики которых учитываются при проектировании фундаментов и оснований сооружений, - обычно показываются только на разрезах и колонках скважин. Для проектировщиков важна не просто иллюстрация карт разрезами, а максимально детальная трехмерная картина распределения инженерно-геологических характеристик, её и обеспечивает густая сеть разрезов.

4.2.5 Почвенные карты

Назначение и масштабы. Почвенное картографирование в России имеет давнюю историю, начиная с работ В. В. Докучаева (2-я половина XIX в.), и всегда было тесно связано с ведением сельского хозяйства. Для освоенных в сельскохозяйственном и прежде всего земледельческом отношении территорий России, как правило, имеются крупномасштабные (1:5000-1:50 ООО, чаще всего 1:10 000) почвенные карты, создававшиеся в 1950-1960-е гг. сельскохозяйственными научно-исследовательскими организациями и вузами путем почвенных съемок (пример на рис. 40). Эти карты вместе с картограммами отдельных характеристик почв (содержание азота, фосфора, калия, кислотность и др., пример на рис. 41), экспликациями и текстовыми отчетами создавались в рукописной форме в единичных экземплярах, хранившихся на сельскохозяйственных предприятиях и в управляющих органах.

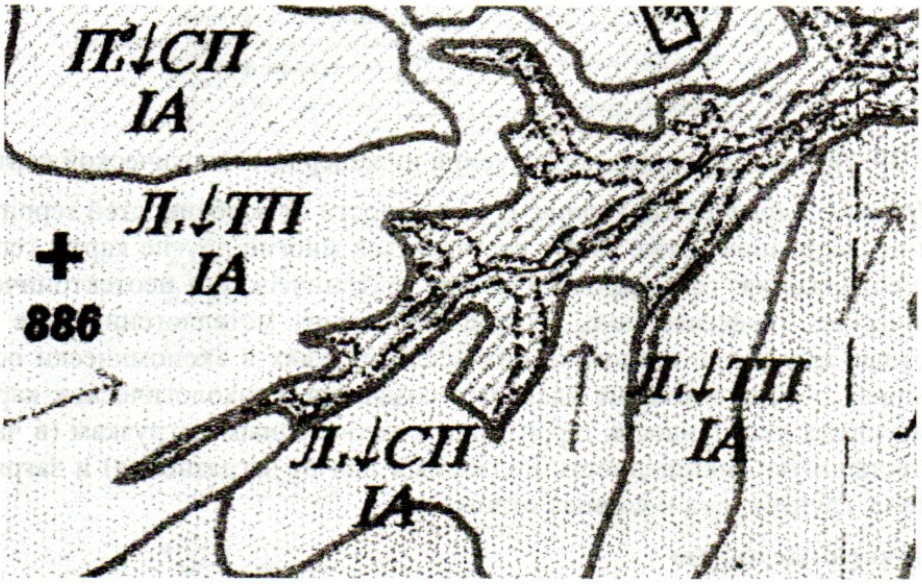


Рис. 40. Фрагмент крупномасштабной почвенной карты

На рис. 40 представлены следующие почвенные разности:

$Л_1$↓ТП IA – светло-серые лесные тяжелосуглинистые на покровных суглинках, слабо эродированные, со слабой опасностью водной эрозии;

$Л_1$↓СП IA – светло-серые лесные среднесуглинистые на покровных суглинках, слабо эродированные, со слабой опасностью водной эрозии;

$П^{д}_1$↓СП IA – дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые на покровных суглинках, слабо эродированные, со слабой опасностью водной эрозии.

+ 886 – почвенный разрез и его номер.

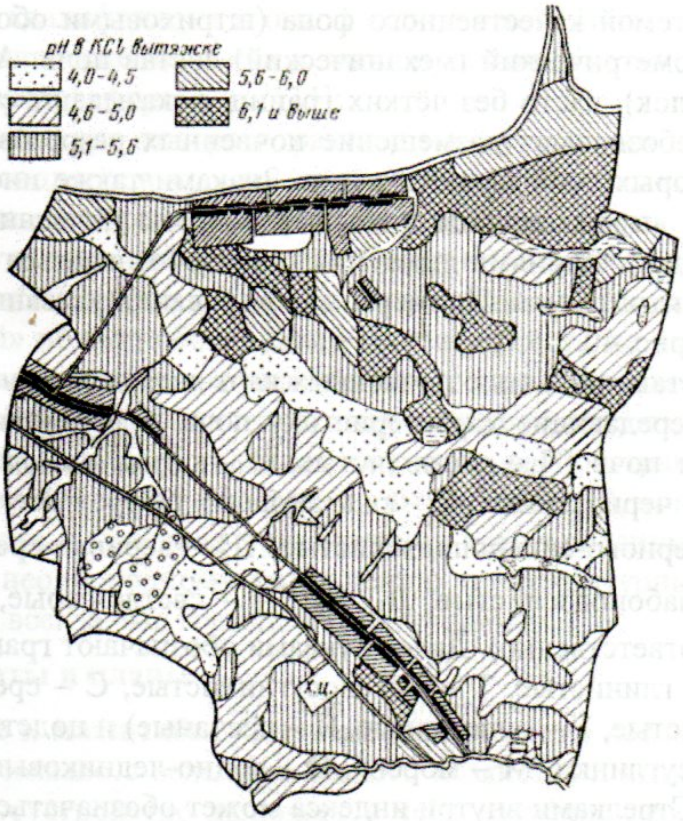


Рис. 41. Пример почвенной картограммы (кислотность почв)

На основе генерализации крупномасштабных карт, а частично и путем полевых исследований, в 1970–1980-х гг. местными сельскохозяйственными научно-исследовательскими организациями и вузами создавались среднемасштабные (1:200 000–1:600 000) карты для территорий регионов. В регионах с развитым сельским хозяйством создавались также почвенные карты районов, обычно в масштабе 1:100 000. Обобщающая (государственная) почвенная карта создавалась Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в масштабе 1:1 000 000, по листам стандартной разграфки. Систематизированные сведения о почвенных ресурсах России в настоящее время содержатся в Едином государственном реестре почвенных ресурсов России и доступны в интернете: http://infosoil.ru/reestr/.

В настоящее время объемы выполнения почвенных съемок в интересах сельского хозяйства незначительны, но приобретает распространение создание почвенных карт при инженерно-экологических изысканиях. Однако эти материалы никак не систематизируются, а централизованное хранение их отсутствует.

Содержание почвенных карт составляют изображаемые способом качественного фона следующие таксономические единицы структуры почвенного покрова:

- типы (основная таксономическая единица, выделяемая по составу генетических горизонтов и их свойствам);
- подтипы (выделяются по особенностям почвообразовательного процесса);
- роды (выделяются по карбонатности, загипсованности, засоленности и т. п.);
- виды (выделяются по степени выраженности признаков, определяющих тип, подтип, род);
- разновидности (выделяются по гранулометрическому составу, каменистости);
- разряды (выделяются по характеру почвообразующих и подстилающих пород).

Зональные почвы обозначаются на картах «теплыми» тонами и оттенками, производными от красного и желтого цветов: подзолистые - розовым, дерново-подзолистые - оранжевым, серые лесные - сиреневым, черноземы - темно-коричневым, каштановые - оранжево-коричневым. Азональные почвы обозначают «холодными» тонами, производными от зеленого, голубого, синего и фиолетового цветов: аллювиальные - зеленым, болотные - голубым, солонцы - фиолетовым. Почвы горных территорий и крутых склонов выделяют диагональной полосчатой окраской.

Второй системой качественного фона (штриховыми обозначениями) показывают гранулометрический (механический) состав почв. Ареалами (рисунками в виде стрелок), часто без чётких границ, показывают степень смытости почв. Значками обозначают размещение почвенных разрезов, на описании и

опробовании которых основывается карта. Знаками также иногда показывают расположение не выражающихся в масштабе карты почвенных выделов (солонцы, солоди и др.). Линиями движения могут обозначаться направления поверхностного стока и смыва. Примеры использования указанных обозначений представлены на рис. 40.

Важной составной частью почвенных карт являются ***почвенные индексы,*** в сжатом виде передающие характеристику почв. Одной или двумя буквами обозначают типы почв (П - подзолистые, Л - серые лесные, Дк - дерново- карбонатные, Ч - черноземные, К - каштановые), цифровыми обозначениями - подтипы (Щ - дерново-сильноподзолистые, П^ - Дерново-среднеподзолистые, П^ - дерново-слабоподзолистые, $Л_ь$ $Л_2$, $Л_3$ - светло-серые, серые и темно- серые лесные соответственно). Далее буквами обозначают гранулометрический состав почв (Г - глинистые, Т - тяжелосуглинистые, С - среднесуглинистые, Л - легкосуглинистые, У - супесчаные, П - песчаные) и подстилающие породы (П - покровные суглинки, М - морена, В - водно-ледниковые отложения, Э - элювий, и т. п.). Стрелками внутри индекса может обозначаться степень смытости: одной - слабая, двумя - средняя, тремя - сильная. Подверженность почв дефляции (ветровой эрозии) обозначается аналогичным образом, при помощи стрелок, направленных вверх. Таким образом, почвенный индекс Щ|ЛП может быть расшифрован как дерново-среднеподзолистая, слабо смытая, легко- суглинистая, на покровных суглинках.

Почвенные индексы дополняют буквенными обозначениями эрозионной опасности: А - водная эрозия, Б - ветровая; I - слабая, II - средняя, III - высокая опасность.

Особенности и проблемы почвенного картографирования связаны с их прикладной, сельскохозяйственной направленностью. Для удобства пользователей предпочтительным является представление характеристик почв для относительно крупных выделов, сопоставимых с единицами сельскохозяйственных угодий (полями).

Поскольку овраги и балки к ценным сельскохозяйственным угодьям обычно не относятся, в почвенном картографировании не принято отдельно обозначать почвенные разности, представленные в пределах аккумулятивных днищ оврагов и балок. В большинстве случаев их объединяют со склонами как овражно-балочные почвы. При этом часто имеет место преувеличение распространения таких почв.

Крупномасштабные почвенные съемки в России, как правило, выполнялись без использования полноценной топоосновы соответствующего масштаба и материалов дистанционного зондирования с достаточной разрешающей способностью. В связи с этим геометрическая точность карт была невысокой, а вопросы проведения границ между почвенными выделами решались по-разному, в зависимости от квалификации и опыта исполнителя. Исторически сложились следующие методические подходы к интерпретации фактического материала при почвенном картографировании:

- «лоскутный», при котором границы между точками описания почвенных разностей проводятся в значительной степени произвольно;

- способ пластики рельефа, при котором границы максимально адаптируются к рельефу и проводятся по выпуклости и вогнутости земной поверхности линиям перегиба (морфоизографам), интуитивно или формализовано.

«Лоскутный» подход обоснованно критикуется, тогда как способ пластики рельефа рассматривается как значительно более обоснованный и перспективный. Тем не менее первый получил значительное распространение в южной части Европейской России, в условиях широкого распространения преимущественно выравненного рельефа и крупноконтурных полей, тогда как на севере Европейской России в условиях преобладания адаптированных к более сложному рельефу и неоднородному увлажнению мелкоконтурных полей способ пластики рельефа всегда был гораздо более органичен.

4.2.6 Ландшафтные карты

Ландшафтные карты, в отличие от охарактеризованных выше карт компонентов природной среды, показывают распространение природно-территориальных комплексов различного иерархического уровня. В связи с большой сложностью объектов изображения сложно и не всегда однозначно решаются вопросы принципов и методов создания ландшафтных карт, построения их легенд, выбора способов изображения и распределения изобразительных средств. Ландшафтные карты создаются научно-исследовательскими, научно-производственными и изыскательскими организациями, вузами; единая методика их создания отсутствует.

Ландшафтные карты подразделяются:

- по масштабу на мелкомасштабные (мельче 1:1 ООО ООО, создаваемые путем генерализации среднемасштабных ландшафтных карт и карт компонентов природной среды), среднемасштабные (от 1:200 ООО до 1:1 ООО ООО, создаваемые на основе дешифрирования аэро- и космических снимков, анализа крупно- и среднемасштабных карт компонентов природной среды, в сочетании с наземными маршрутными обследованиями), крупномасштабные (1:100 ООО и крупнее, создаваемые на основе результатов детальных полевых исследований, в сочетании с дешифрированием аэро- и космических снимков);

-по направленности на общенаучные (основывающиеся на подходах и классификациях, принятых в ландшафтоведении) и прикладные (учитывающие требования к районированию со стороны отдельных отраслей: сельского хозяйства, лесного хозяйства, геологии, рекреационной деятельности, санитарии и гигиены);

- по отображаемому времени на карты прошлого (реконструируемого) состояния ландшафтов, карты текущего состояния ландшафтов, карты будущего (прогнозируемого) состояния ландшафтов.

Создание ландшафтных карт неотделимо от физико-географического (ландшафтного) районирования. При районировании используется принцип чередования зональных (пояс, зона, подзона) и азональных (физико-географическая страна, провинция, область) признаков. Общим завершением зонального и азонального рядов является ландшафт (рис. 48). Физико-географические единицы уровня стран, зон, провинций, отчасти также подзон и областей, составляют предмет мелкомасштабного картографирования.

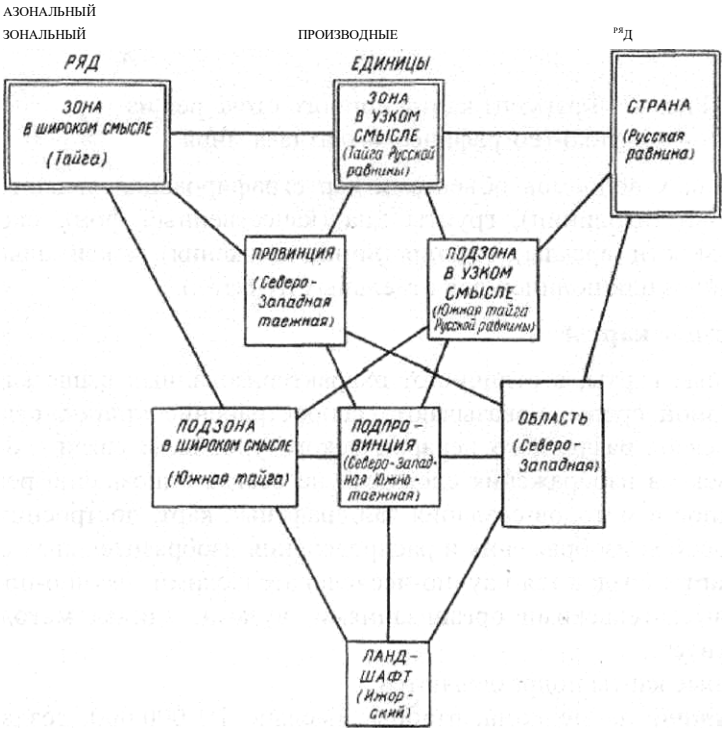


Рис. 48. Схема взаимоотношений таксономических единиц физико-географического районирования (по А. Г. Исаченко [17])

Для карт средних масштабов основными объектами показа становятся ландшафтные районы и ландшафты и, при расположении изображаемой территории в пределах разных зон (подзон), провинций и подпровинций - указанные таксономические единицы. На картах крупных масштабов, играющих наибольшую роль при решении вопросов изучения природных ресурсов и управления природопользованием, основными объектами показа являются таксономические единицы низового уровня: ландшафты, урочища (иногда также сложные урочища, подурочища), фации.

Наименования ландшафтов или физико-географических районов обычно включают их краткую характеристику: положение в рельефе, характер растительности, почвы и горные породы, на которых они сформировались. Указанные принципы могут использоваться при картографировании как природных, так и техногенных ландшафтов. Для последних вместо положения в рельефе может указываться характер техногенной трансформации. ***Изображаемые на***

ландшафтных картах территории распространения ландшафтов, урочищ и фаций представляют собой практически готовые контуры для оценок экологической обстановки при экологическом картографировании.

Содержание ландшафтных карт передается главным образом способом качественного фона. В качестве вспомогательных способов могут использоваться также линейные знаки (для природных границ и других линейных объектов), ареалов (для показа отдельных свойств и особенностей ландшафтов), значков (для изображения небольших по размерам объектов).

Лекция 5. Геоэкологическое картографирование состояния окружающей среды

5.1 Предмет и задачи геоэкологического картографирования

Содержание экологических карт, методов их составления и использования разрабатывает ***экологическое картографирование - наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т. е. об экологической обстановке.*** Целью экологического картографирования является анализ экологической обстановки и её динамики, т. е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и географически корректное картографическое представление весьма многообразной, нередко трудно поддающейся сопоставлению экологической информации.

Экологическое картографирование традиционно в наибольшей степени ориентировано на обеспечение государственных, региональных и местных программ и проектов природоохранной направленности. Между тем любая природоохранная деятельность осуществляется в рамках конкретных территорий, от площадки предприятия до страны и планеты в целом. Поэтому планирование, реализация и контроль результатов природоохранных мероприятий требуют объективных данных об экологической обстановке и ее динамике в разных частях территории, что невозможно без использования картографической формы представления информации.

Экологическая информация крайне многообразна как по происхождению, так и по содержанию. Она поступает из официальных и неофициальных источников, добывается в результате исследований с использованием различных методов. К ней относятся материалы дистанционного зондирования, качественные и количественные характеристики загрязняющих веществ, статистические данные об объемах и условиях их поступления в окружающую среду, пространственная и временная динамика фактически измеренных уровней и состава загрязнения, данные о состоянии здоровья населения, растительном

покрове и животном мире и многое другое. Часто единственным, что объединяет столь разнородные сведения, остается их принадлежность к определенной территории. Поэтому одним из событий начавшегося в 1960-1970-е гг. современного этапа охраны окружающей среды стало развитие экологического картографирования как универсального метода анализа экологической информации.

Задачи экологического картографирования решаются на разных территориальных уровнях, от локального до глобального, и с разным охватом компонентов природной среды, образующих природные комплексы различного уровня.

5.2 Картографирование загрязнения почв

Загрязнение почв исследуется в двух аспектах:

- как самостоятельная экологическая проблема;
- как индикатор общего экологического неблагополучия территорий.

Загрязнение почв как самостоятельная экологическая проблема изучается выборочно там, где имеются основания ожидать высоких уровней содержания тех или иных специфических веществ, как правило, высоких классов опасности (радионуклидов, пестицидов, полициклических ароматических углеводородов и др.). Такие исследования обычно проводятся на ограниченных площадях, отличаются высокой детальностью (масштабы от 1:10 ООО до 1:500) и имеют целью удаление и захоронение выявленных скоплений веществ, представляющих непосредственную опасность. После окончания работ по очистке следует проводить повторные обследования в целях контроля.

Исследования загрязнения почв, направленные на сравнительную оценку общего уровня экологического неблагополучия территорий (эколого-геохимические съемки) проводятся в крупных и средних масштабах (от 1:200 ООО до 1:10 ООО) и охватывают территории городов и их частей, а в отдельных случаях и целых регионов.

5.2.1 Составление эколого-геохимических карт

Результирующими материалами эколого-геохимических съемок являются моноэлементные карты и карты суммарных показателей загрязнения Z_c. Карты составляются с использованием способа изолиний с послойной окраской или штриховкой (рис. .66). Интерполяция между значениями выполняется с учетом пространственных закономерностей, т. е. как географическая интерполяция. При этом необходимо учитывать, что в условиях городов и горнопромышленных зон широко распространены поверхности, которые не могут быть охарактеризованы данными опробования (застройка, асфальтированные и бетонированные поверхности, железнодорожные насыпи). Нередко такие объекты являются источниками загрязнения. При расположении вблизи от них точек с высо-

кими значениями K_c или Z_cсоответствующий контур высокого загрязнения распространяют на весь вероятный источник (промышленный объект, магистральную улицу) или часть его, но так, чтобы это не противоречило другим точкам.

Обязательными требованиями при выполнении интерполяции являются расположение всех точек, охарактеризованных количественными данными, в пределах контуров соответствующих градаций, а также последовательная смена градаций. Изолинии уровней загрязнения, как и любые другие изолинии, не должны соприкасаться, пересекаться, прерываться. Исключением из этого правила является резкая смена искусственных (глубоко преобразованных) и естественных грунтов, с сильно различающимися уровнями загрязнения. Участки распространения таких грунтов могут выделяться на картах особо, с использованием способа ареалов. Мелкие аномалии, не выражающиеся в масштабе карты, могут обозначаться значками. При использовании цветовых изобразительных средств гамма цветов подбирается согласно упомянутому выше «принципу светофора».

Представленный на рис. 66 пример карты загрязнения почв одним из элементов (ванадием) характеризует окраину промышленного города. Минимальные концентрации приурочены к кварталам малоэтажной застройки усадебного типа и незастроенной пойме реки, повышенные - к металлообрабатывающим и ремонтным предприятиям (аэрогенные аномалии). Наибольший уровень загрязнения отмечен в пойме, ниже выпуска очистных сооружений канализации (гидрогенная аномалия).

Карты загрязнения снежного покрова и донных отложений составляются по тем же принципам, что и карты загрязнения почв.

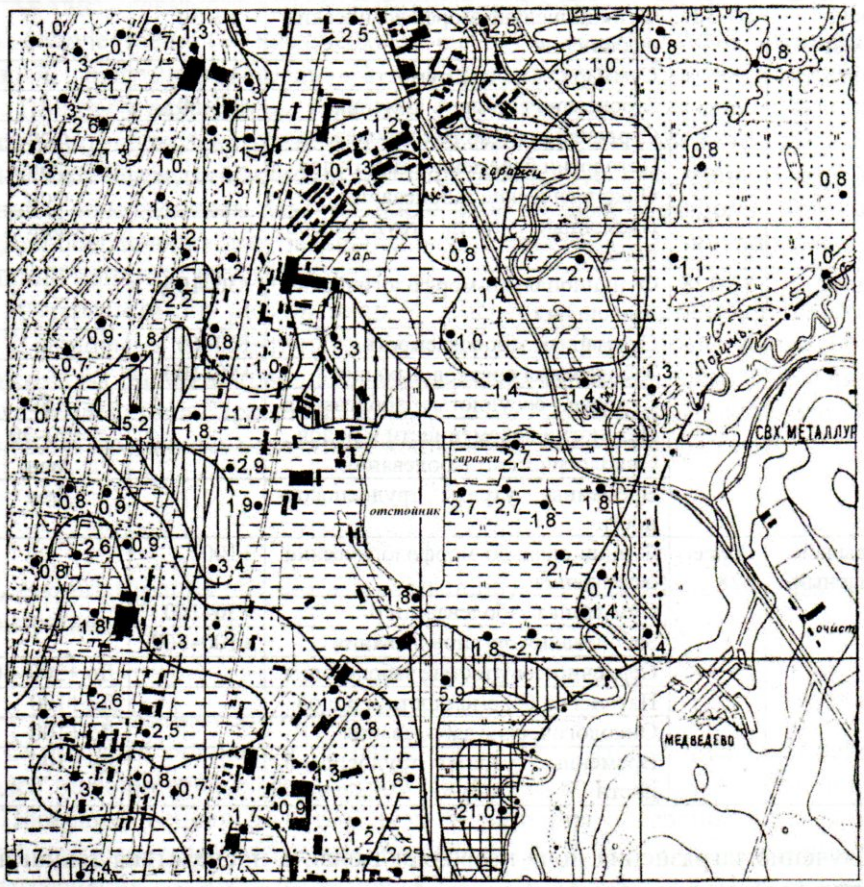


Рис. 66. Фрагмент эколого-геохимической карты (значения K_c ванадия)

5.2.2 Анализ эколого-геохимических карт

Задачи анализа эколого-геохимических карт. На картах загрязнения почв, снежного покрова, донных отложений выделяются техногенные геохимические аномалии различного происхождения, территориального охвата, степени выраженности и экологической опасности. Важнейшая задача анализа эколого-геохимических карт – выявление причин образования аномалий, что является предпосылкой целенаправленной, адресной разработки планов природоохранных мероприятий. Эта работа должна опираться на сбор и анализ имеющихся в природоохранных органах материалов о технологии производства на предприятиях, составе используемого сырья и отходов. Хорошие результаты дает сопоставление эколого-геохимических карт с ландшафтными и картами землепользования.

При совместном использовании карт разной тематики определяют и сравнивают эколого-геохимические параметры (средние значения и изменчивость K_c и Z_c) для представленных на картах выделов различного характера. Их сопоставление между собой и с характеристиками, снимаемыми с соответствующих карт, позволяет качественно и количественно оценивать роль различных факторов в формировании техногенных геохимических аномалий.

Сопоставление карт загрязнения почв и снежного покрова позволяет выявлять характер динамики аномалий. С этой точки зрения различают аномалии: реликтовые (выявляются по почвам, но не обнаруживаются по снегу), растущие (выявляются как по почвам, так и по снегу), формирующиеся (выражены в снегу, но отсутствуют в почвах).

Виды техногенных геохимических аномалий. Наибольшим разнообразием происхождения отличаются педогеохимические аномалии. Среди них различают [8]: аэрогенные (обусловленные осаждением пылегазовых выбросов), гидрогенные (сформированные загрязненными водами), агрогенные (образовавшиеся вследствие агротехнических воздействий) и вейстогенные (связанные с твердыми отходами).

Аэрогенные аномалии характеризуются следующими признаками: поверхностный характер, относительно значительные площади распространения, постепенность изменения элементного состава и концентраций. В составе аэрогенных аномалий обычно преобладают элементы, отражающие специфику производства на предприятии – источнике загрязнения (легирующие добавки вблизи предприятий черной металлургии, профилирующие элементы вблизи предприятий по производству и переработке цветных металлов, ванадий и никель в зонах воздействия тепловых электростанций и др.).

На урбанизированных территориях, вне зависимости от производственной специализации, обычно наблюдаются повышенные концентрации элементов, характерных для автотранспортного загрязнения и общераспространенных технофильных (свинец, цинк, медь). В городах с плотной исторически сложившейся застройкой существенным фактором загрязнения почв является накопление в них элементов, использовавшихся ранее (вплоть до середины XX в.) при производстве натуральных красок для покраски крыш и других элементов построек, а также в быту (цинк, кобальт, хром, ртуть и др.).

Гидрогенные аномалии выделяются приуроченностью к поймам рек, днищам оврагов и балок. Для них наиболее характерны элементы стоков гальванических производств и очистных сооружений (серебро, никель, хром).

Агрогенные аномалии охватывают сельскохозяйственные земли, главным образом пахотные. Для них характерно присутствие фосфора и элементов-примесей, содержащихся в апатитах и фосфоритах (фтор, стронций, иногда также мышьяк, свинец, цинк, редкоземельные) [8].

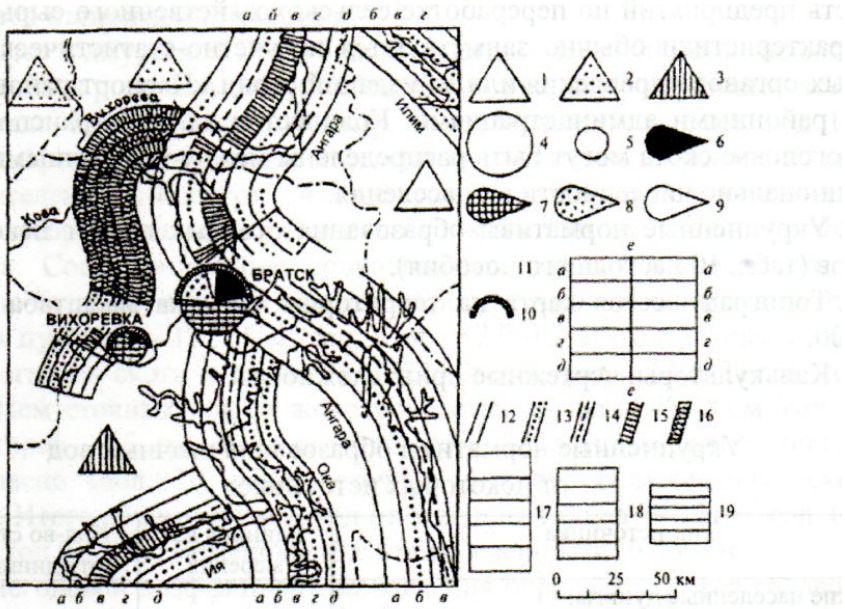
Вейстогенные аномалии связаны с загрязнением почвы разнообразными отходами; отличаются резкими перепадами состава и концентраций. При их детальном изучении нередко удается непосредственно увидеть частицы – носители загрязнения. Глубина проникновения загрязнений в таких аномалиях изменяется в широких пределах и часто бывает значительной.

5.3. Картографирование загрязнения водных объектов

Методы картографирования загрязнения водных объектов выбираются в зависимости от определяемых показателей. При изображении классов качества воды на основе материалов мониторинга используются линейные знаки (для рек) и ареалы (для озер и водохранилищ, выражающихся в масштабе карты).

При детальном картографировании линейные знаки, характеризующие качество воды, могут дифференцироваться по веществам, с использованием полос разного цвета или внутреннего рисунка (пример – рис. 62). Классы качества воды и наиболее лимитирующие вещества по постам мониторинга могут показываться с использованием структурных значков.

Объемы и структура водоотведения могут передаваться структурными значками (при характеристике по городам или отдельным предприятиям) либо картограммами и картодиаграммами (по регионам и странам). Коэффициенты разбавления передаются картограммами, с использованием в качестве территориальных единиц речных бассейнов того или иного порядка (пример – рис. 61).



Условные обозначения

Образование и отведение сточных вод. Кратность разбавления загрязненных сточных вод речными водами в лимитирующий сезон по административным районам, число раз: 1 — более 100; 2 — 200–1000; 3 — 10–100. Объем сточных вод, млн м³/год: 4 — 100–1000; 5 — 1–10. Категория сбрасываемых сточных вод по состоянию очистки: 6 — неочищенные; 7 — недостаточно очищенные; 8 — нормативно чистые (без очистки); 9 — нормативно очищенные. Уровень экологической нагрузки на водные объекты: 10 — очень высокий. Оценка качества поверхностных вод. 11 — обобщенные гидрохимические характеристики качества воды: *а* — биохимическое потребление кислорода (БПК полн.); *б* — рыбохозяйственный ЛПВ; *в* —токсикологический ЛПВ; *г* — санитарно-токсикологический ЛПВ; *д* — взвешенные вещества; *е* — створы выпуска сточных вод. Качество воды (единицы измерения обобщенных гидрохимических характеристик): 12 — чистая (менее 1); 13 — слабо загрязненная (1–5); 14 — сильно загрязненная (5–10); 15 — весьма грязная (10–50); 16 — опасно грязная (более 50). Условия разбавления сточных вод в водных объектах (минимальный расход воды в лимитирующий сезон, м³/с): 17 — очень благоприятные (более 1000); 18 — благоприятные (15–1000); 19 — ограниченно благоприятные (1–15).

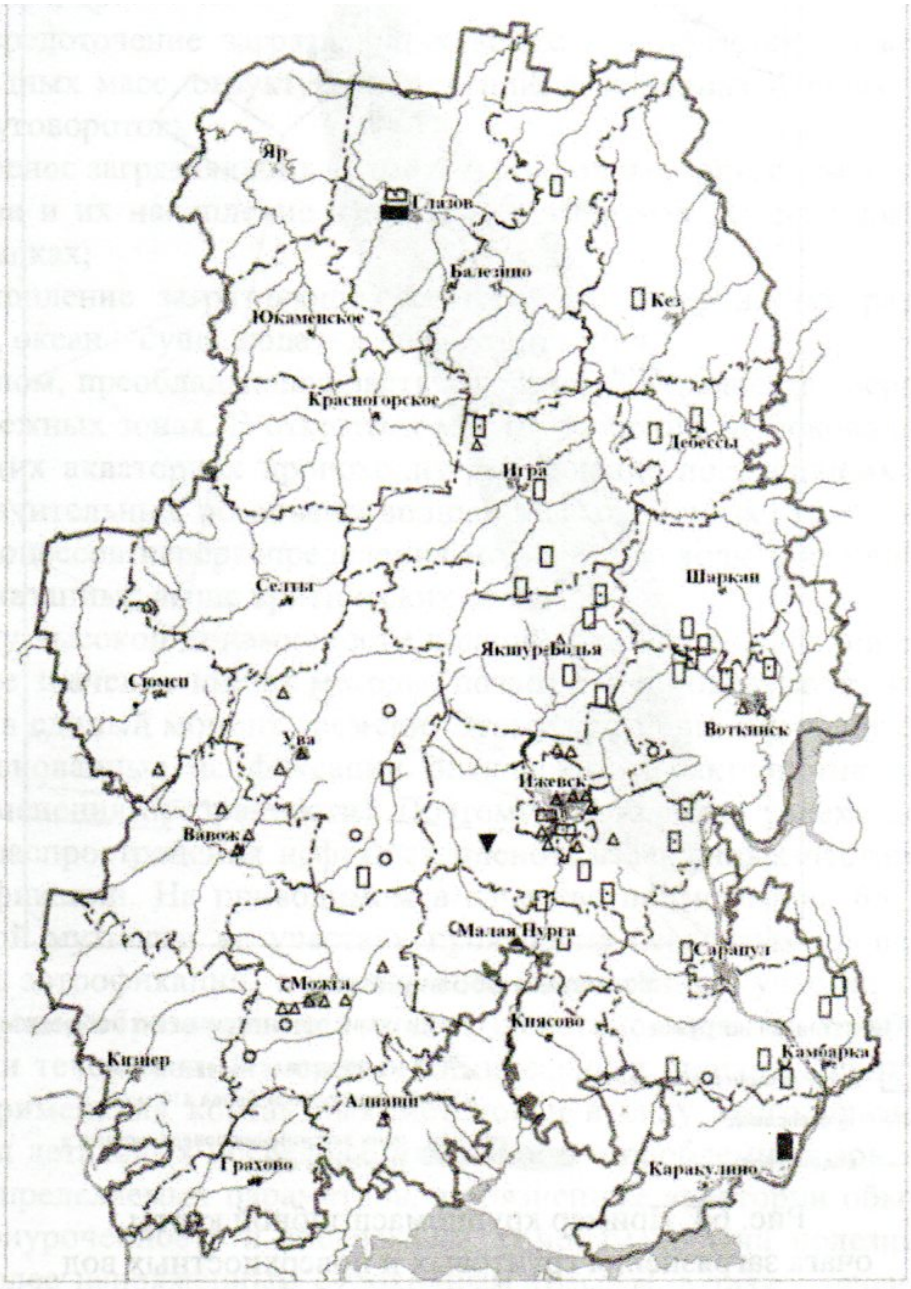
Рис. 62. Фрагмент карты загрязнения поверхностных вод [25]

5. 4. Картографирование загрязнения подземных вод

Картографирование загрязнения подземных вод в мелких и средних масштабах осуществляется на основе обобщения данных из разных источников, с использованием способа значков. При этом объектами показа становятся очаги загрязнения, с подразделением их по происхождению и степени выраженности. Создаются также обобщающие карты, содержащие сводные данные об очагах (участках) загрязнения подземных вод по крупным артезианским бассейнам и регионам: количество участков, распределение их по уровням загрязнения и веществам.

Крупномасштабное картографирование загрязнения подземных вод возможно только на основе результатов полевых исследований. В этом случае целью исследования становится показ плановых очертаний и внутренней структуры очагов загрязнения, по состоянию на определенную дату или по средним характеристикам за интервал времени. При этом могут использоваться способы значков (обычно для показа точек отбора проб), ареалов (контуры очагов загрязнения), а при высокой изученности - и изолиний (концентрации отдельных веществ). На представленном в качестве примера рис. 64 видно постепенное снижение минерализации от верховьев к низовьям ручья по мере удаления от

источника загрязнения – куста скважин 8, а также дополнительное воздействие от менее выраженного источника загрязнения – куста скважин 150, при отсутствии воздействия от куста скважин 1. На основе таких данных принимаются решения о выполнении ремонтных работ.



Типы и подтипы загрязнения подземных вод

Промышленный тип

- нефтепромысловый подтип
- нефтехранилищный подтип
- промышленно-отходный подтип

Коммунальный тип

- выгребной подтип
- свалочный подтип

Сельскохозяйственный тип

Уровни загрязнения

- до 10 ПДК
- от 10 до 100 ПДК
- более 100 ПДК

Рис. 63. Схематическая карта очагов загрязнения подземных вод Удмуртии

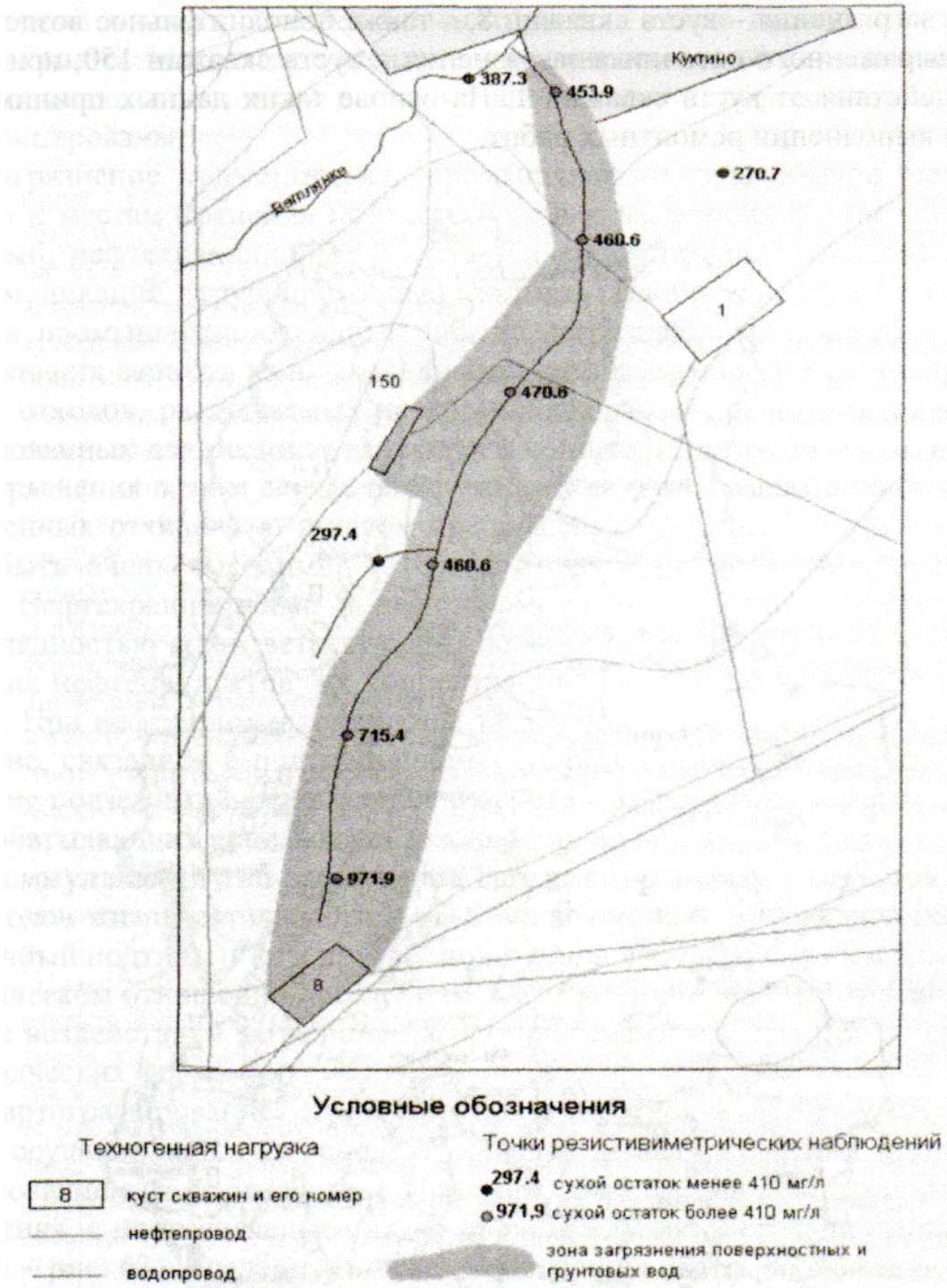


Рис. 64. Пример крупномасштабной карты очага загрязнения грунтовых и поверхностных вод вблизи нефтепромысловых объектов

5.5 Картографирование загрязнения атмосферы

Сочетание естественных факторов, обуславливающих уровень загрязнения атмосферы, образует потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА). Степень реализации потенциала загрязнения атмосферы зависит от наличия и мощности источников загрязнения.

Таким образом, картографирование загрязнения атмосферы складывается из:

- картографирования потенциала загрязнения атмосферы;
- картографирования источников загрязнения;
- картографирования уровней загрязнения.

5.5.1 Картографирование потенциала загрязнения атмосферы

Картографирование потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) проводится на основе данных стационарных метеорологических наблюдений, в мелких и средних масштабах. Величина ПЗА показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения атмосферного воздуха в конкретном районе, с определенной повторяемостью неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий (НМУ), будет выше или ниже, чем в некотором другом районе, принятом за эталон.

Поскольку состояние атмосферы претерпевает как внутри-, так и межгодовые изменения, различают климатический и метеорологический потенциал загрязнения атмосферы. Климатический ПЗА, отражающий среднюю повторяемость и степень выраженности НМУ, определяется исходя из средних многолетних данных и является стабильной характеристикой. Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПЗА) определяется конкретными метеоусловиями и постоянно изменяется. Поскольку климатический и метеорологический потенциал загрязнения атмосферы обладают повсеместным распространением и характеризуются количественно, для их картографирования используется способ изолиний.

Климатический потенциал загрязнения атмосферы зависит от основных климатических параметров, определяемых за длительные промежутки времени. Для расчета климатического ПЗА требуются данные аэрологических наблюдений, выполняемых в весьма ограниченном числе пунктов. Картографирование ПЗА включает вычисление его значений для метеостанций, с использованием соответствующих формул, и географическую интерполяцию, с вычерчиванием изолиний. При мелкомасштабном картографировании климатического ПЗА выявляется влияние циркуляционных особенностей глобального и регионального масштаба, воздействие крупных форм рельефа. На территории бывшего СССР было выделено 6 зон: низкого, умеренного, повышенного, высокого, очень высокого и наиболее высокого ПЗА (рис. 52). Климатический ПЗА сильно влияет на уровни загрязнения. На северо-западе России даже значительные выбросы не приводят к формированию высоких уровней загрязнения в городах, тогда как в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке для этого бывает достаточно небольших выбросов от местных котельных.

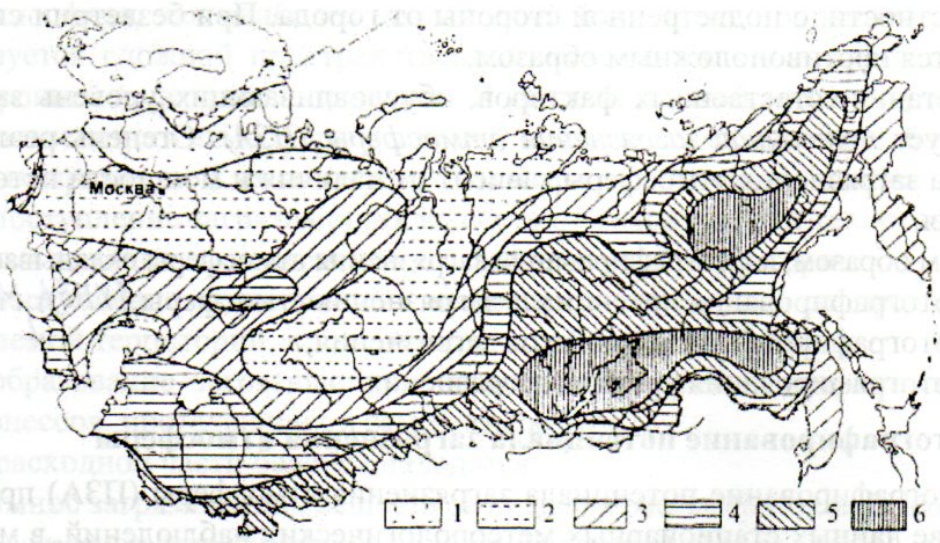


Рис. 52. Карта климатического потенциала загрязнения атмосферы (по Э. А. Безуглой). Обозначения:
1 – низкий (до 2,4); 2 – умеренный (2,4–2,7); 3 – повышенный (2,7–3,0); 4 – высокий (3,0–3,3); 5 – очень высокий (3,3–3,6); 6 – наиболее высокий (3,6–4,0).

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (***МПЗА***) характеризуется значительно большей изменчивостью и является предметом среднемасштабного картографирования. Для его определения используются формула:

$$МПЗА = (P_{сл} + P_т)/(P_о + P_в),$$

где $P_{сл}$ – повторяемость слабых ветров (0–1 м/с); $P_т$ – повторяемость дней с туманом; $P_о$ – повторяемость дней с осадками 0,5 мм и более; $P_в$ – повторяемость скорости ветра 6 м/с и более.

Карты МПЗА могут создаваться для средних многолетних характеристик того или иного месяца (или иного интервала), осредненных величин за конкретный отрезок времени либо по состоянию на определенную дату. При составлении таких карт весьма важно придерживаться географического подхода к интерполяции данных, поскольку величины параметров, определяющих МПЗА, даже при равнинном рельефе могут различаться в несколько раз, в зависимости от расположения метеостанции на водоразделе, склоне или в долине. При этом данными наблюдений на метеостанциях обеспечены лишь единицы из многих тысяч конкретных элементов рельефа.

5.5.2 Картографирование источников загрязнения атмосферы

Картографирование источников загрязнения атмосферы проводится на основе данных их инвентаризаций на объектах, статистической отчетности об объемах выбросов по предприятиям, а также обобщающих материалов. Картографирование на основе данных инвентаризаций проводится при разработке материалов экологического нормирования (тома ПДВ предприятий, материалы томов ПМ ООС, ОВОС), на генеральных планах предприятий, в масштабах 1:500-1:5000. При этом показывается плановое положение источников выбросов, включенных в инвентаризацию, и их номера по списку. Характеристика источников (наименование, удельные выбросы отдельных ингредиентов в г/с, режим работы источника) дается в табличных материалах и используется для расчетов рассеяния максимальных разовых выбросов по методике ОНД-86.

Практикуется также создание карт источников загрязнения атмосферы городов, на которых за источники принимаются предприятия в целом. Однако в большинстве крупных городов преобладающая часть выбросов в настоящее время приходится на автотранспорт, не получающий в этом случае отражения.

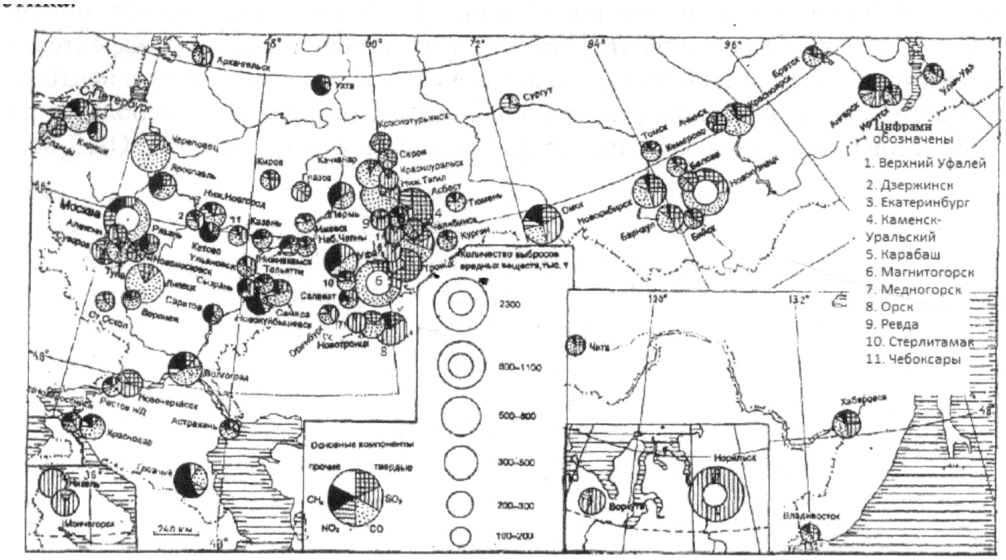


Рис. 55. Пример использования структурных значков на карте, характеризующей города, как источники загрязнения атмосферы [16]

Картографирование на основе обобщающих материалов по городам и регионам выполняется в средних и мелких масштабах, по данным государственных докладов о состоянии окружающей среды, обычно с использованием структурных значков (пример - рис. 55) и картограмм. Степень вредности загрязняющих веществ изменяется в широких пределах, поэтому простое суммирование и сопоставление выбросов нежелательно. Повысить информативность мелкомасштабных карт выбросов может использование структурных значков и картодиаграмм, показывающих приведенные выбросы. Приведение обычно осуществляется к диоксиду се-

ры, через соотношение величин ПДК. Но недостаточная информативность карт выбросов связана также и с тем, что по веществам, в наибольшей степени определяющим уровень загрязнения в большинстве городов - бенз(а)пирену и формальдегиду, отсутствует достоверная статистика.

5.5.3 Картографирование уровней загрязнения атмосферы

Общие особенности. Загрязнение атмосферного воздуха - важнейший экологический фактор, оказывающий наибольшее воздействие на здоровье населения. Поэтому картографирование уровней загрязнения атмосферы - наиболее социально значимая составная часть картографирования атмосферных проблем и, вероятно, экологического картографирования в целом. Однако из-за высокой динамичности атмосферы этот вид картографирования является одним из наиболее сложных. В силу этих особенностей картографирование уровней загрязнения атмосферы привлекает внимание специалистов разных областей знания, и методы его быстро совершенствуются.

Важной особенностью картографирования уровней загрязнения атмосферы является необходимость учета ***периодов осреднения -*** интервалов времени, для которых получают один результат, с использованием определенной процедуры измерения. При нормировании используется объективно существующая обратная зависимость между величинами концентраций и продолжительностью периодов, в течение которых они проявляются. Поэтому $ПДК_{мр}$ (период осреднения 20 мин) в подавляющем большинстве случаев выше $ПДК_{СС}$ (период осреднения 24 ч). Чтобы карта уровней загрязнения была достоверной и информативной, период осреднения должен быть одинаков для всей изображаемой территории, а сведения о его продолжительности должны содержаться на самой карте либо в сопровождающих её материалах.

Карты уровней загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на ***поингредиентные*** (показывают концентрации отдельных примесей) и ***обобщающие*** (показывают обобщающие характеристики - индексы загрязнения атмосферы и т. п. характеристики). Наибольший общественный интерес представляют последние, но их содержание сильно зависит от количества и состава учитываемых веществ, а также процедуры расчета.

5.5.3.1 *Дистанционные методы картографирования уровней загрязнения атмосферы*

Дистанционные методы картографирования уровней загрязнения атмосферы в настоящее время развиваются особенно быстро. Получило распространение создание изолинейных карт, показывающих пространственное распределение усредненных концентраций наиболее распространенных загрязняющих веществ.

В настоящее время существуют карты усредненных значений, а также интернет-сервисы, позволяющие в режиме реального времени отслеживать уровни

загрязнения атмосферы и концентрации отдельных веществ. В качестве примера можно использовать мировую карту загрязнения атмосферы оксидами азота, приведенную на рис. 56 в другом разделе на странице 48.

5.5.3.2 Картографирование уровней загрязнения атмосферы по данным измерений на постах

Картографирование уровней загрязнения атмосферы по данным измерений на постах остается наиболее употребительным методом изучения распределения концентраций загрязняющих веществ внутри территорий городов и промышленных зон. Оно дает наиболее точную количественную характеристику загрязнения, но степень детальности лимитируется высокой стоимостью регулярных наблюдений и, вследствие этого, малым числом постов. Из-за ограниченности числа постов при картографировании по прямым данным интерполяция выполняется схематично, практически без учета планировочной структуры городов (рис. 57).



Рис. 57. Схема интерполяции КИЗА по территории г. Санкт-Петербурга

Сопоставление характеристик загрязнения по разным постам не всегда бывает корректным также вследствие разнообразия условий размещения постов. Посты могут размещаться вблизи предприятий и промышленных зон, на автомагистралях, в жилых и зеленых зонах и т. д., причем количество отдельных контуров функциональных зон каждого типа намного превышает число приуроченных к ним постов. Это позволяет решить задачу получения общегородских характеристик, дифференцированных по функциональным зонам, но делает весьма проблематичной возможность интерполяции между постами. Расстояния между постами в городах обычно бывает порядка нескольких километров, и функциональные зоны между ними сменяют друг друга неоднократно.

5.5.3.3 Картографирование уровней загрязнения атмосферы по расчетным данным.

Выполнение расчетов и построение карт изолиний концентраций загрязняющих веществ в рамках принятой в России методики разработки нормативов ПДВ стало рутинной процедурой, выполняемой с помощью типовых программных продуктов, реализующих методику ОНД-86. Однако эта методика не предусматривает учета конкретных метеорологических ситуаций и включает ряд упрощений, практически исключающих её использование для решения задач картографирования.

Относительно простые модели, учитывающие усредненные скорости и направления ветров, время присутствия примесей и высоту слоя перемешивания, позволяют картировать усредненные в вертикальном разрезе концентрации и обобщающие характеристики загрязнения для крупных регионов (рис. 58). На приведенной в качестве примера карте видны зоны загрязнения вокруг крупных городов и исходящие от них «отростки» вдоль магистральных дорог. Расчетные значения КИЗА в городах обнаруживали вполне удовлетворительную сходимость с результатами мониторинга.

Более детальная картина распределения концентраций примесей может быть смоделирована в рамках более сложных методик, предусматривающих с той или иной степенью полноты учет метеоусловий и выражающих на основе уравнений гидротермодинамики основные законы сохранения энергии, импульса и массы. Число таких моделей сейчас достигает нескольких десятков. Наиболее полные по числу учитываемых параметров расчетные модели, такие как гидротермодинамическая модель А. С. Гаврилова [40], позволяют рассчитывать распределение концентраций примесей в условиях плотной городской застройки, с учетом её влияния на перераспределение направлений и скоростей ветра, формируя весьма детальную картину (рис. 59). Общим недостатком всех расчетных методов остается полная зависимость результатов от полноты и объективности данных об источниках загрязнения. Критерием достоверности расчетных моделей является сопоставимость получаемых с Их помощью результатов с данными мониторинга.

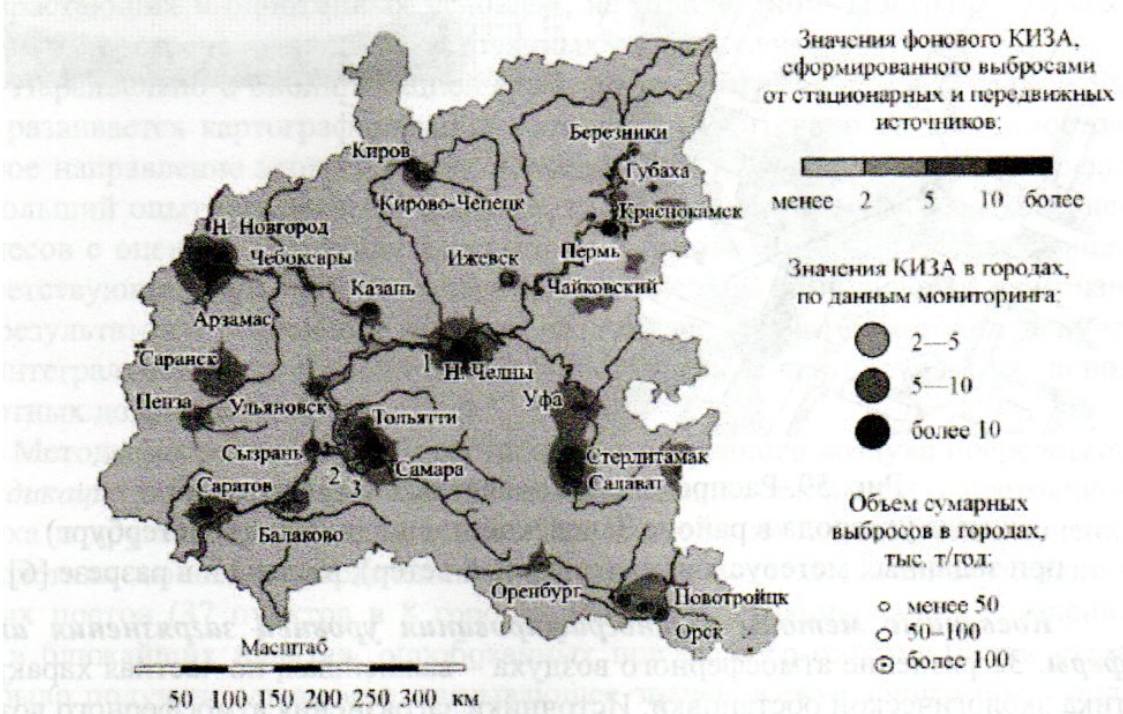


Рис. 58. Расчетные значения индексов загрязнения атмосферы на территории Приволжского федерального округа [35]

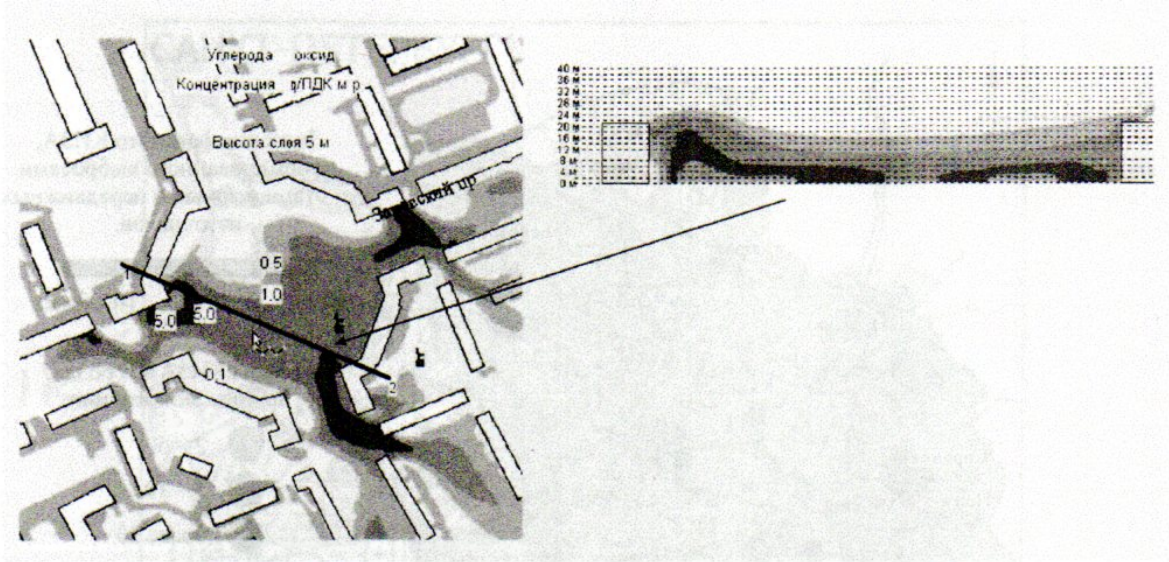


Рис. 59. Распределение расчетных концентраций оксида углерода в районе Заневской площади (Санкт-Петербург) при заданных метеоусловиях (северный ветер), в плане и в разрезе [6]

5.6 Биоэкологические аспекты картографирования

Биота может картографироваться в различных аспектах, для решения ряда научных и прикладных задач, в частности:

– в аспектах своего естественного (реального или реконструированного) существования и его внешних условий;

– в аспектах содержания и последствий антропогенных воздействий на неё;

– с точки зрения собственного влияния на человека.

В роли основного, ведущего компонента биоты выступает растительный покров; ему при экологическом картографировании традиционно уделяется первостепенное внимание. Подход к его картографированию также может быть различен. Отображение состояния растительности, подверженной антропогенному воздействию, может выступать как цель либо как средство картографирования. В первом случае (*собственно биоэкологическое картографирование*) в центре внимания оказываются доминантные и субдоминантные виды, группировки в целом, редкие виды, являющиеся предметом охраны, а также условия их существования. Во втором случае (*биоиндикационное картографирование*) изучаются виды, имеющие индикационное значение, вне зависимости от их роли в ассоциациях и распространенности, тогда как влияние условий существования исследователи стремятся снивелировать путем подбора равноценных. Составной частью биоэкологических проблем является влияние (главным образом негативное) биоты на человека, что подпадает под понятие *медико-географического картографирования*.

5.6.1 Биоэкологическое картографирование

Основы теории и методики ***биоэкологического картографирования*** разработаны В. Б. Сочавой [32] и его научной школой. В рамках этого научного направления картографирование осуществляется на основе качественных оценок растительных сообществ, подразделяемых на *абсолютно коренные, практически коренные, условно коренные, длительно-производные и кратковременно-производные*. В зависимости от геолого-геоморфологических условий различают также *растительность оптимального, ограниченного и редуцированного развития*. Оценки растительных сообществ выполняются на основе лесных карт (раздел 2.3.5), на уровне элементарных выделов. Источниками информации являются также материалы дистанционного зондирования в сочетании с полевыми исследованиями на ключевых участках при мелкомасштабном картографировании, маршрутные наблюдения при крупномасштабных исследованиях. В последнем случае объектом картографирования становятся также состояние и тенденции развития растительных комплексов: восстановительные

сукцессии после пожаров и рубок, серийные смены древостоев, стабилизация и др.

Условия произрастания могут оцениваться более детально по многочисленным показателям тепло- и влагообеспеченности, ресурсов питательных элементов. Наиболее распространенным приемом интеграции показателей при биоэкологическом картографировании является суммирование баллов.

Картографирование состояния животного населения и условий его обитания распространено значительно меньше вследствие того, что может выполняться лишь на основе трудоемких полевых работ по определению численности и плотности популяций. Состояние фауны характеризуется в категориях видового разнообразия и ареалов отдельных видов, включая их динамику. В отношении редких, наиболее строго охраняемых видов проводится полевое картографирование местообитаний, с последующей разработкой и юридическим оформлением охранных мероприятий. При полевых работах весьма эффективно использование современных приборов спутниковой навигации в целях определения координат местообитаний охраняемых видов. На представленной в качестве примера карте (рис. 68) показано взаимное расположение преобладающих древесных пород влесах, местообитаний редких видов и проектируемых нефтепромысловых объектов.

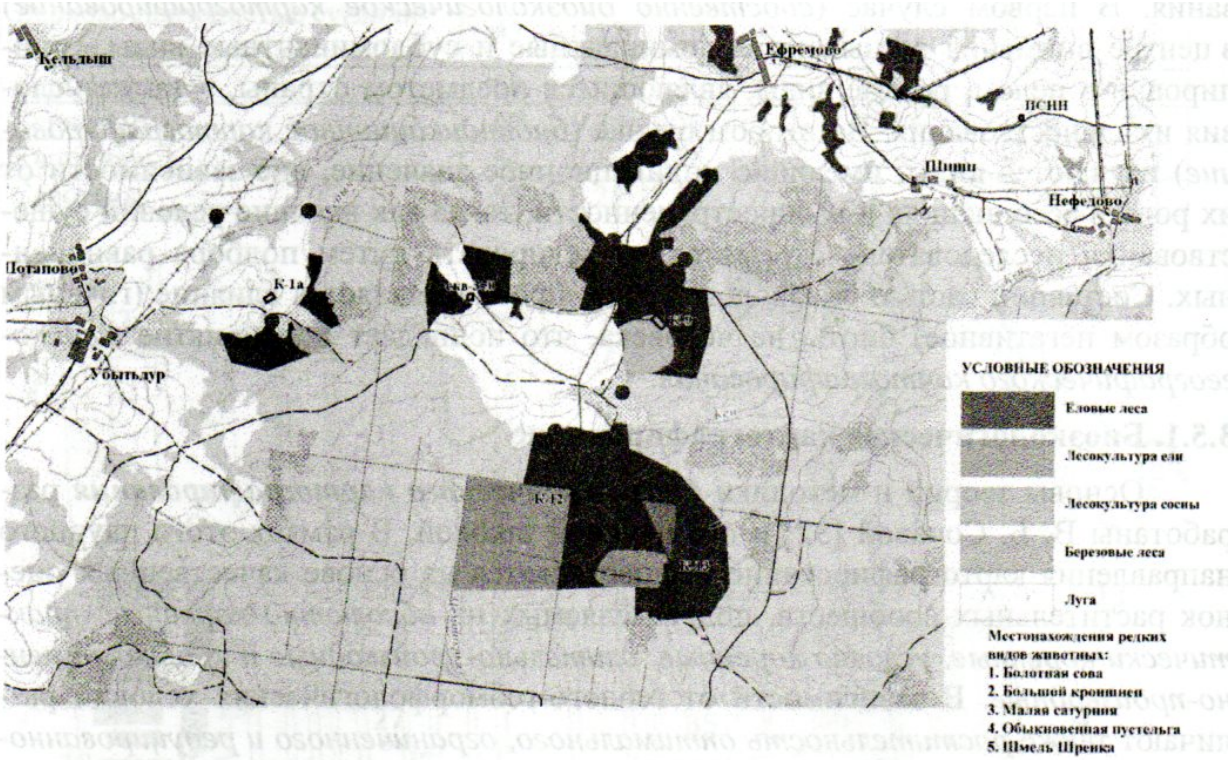


Рис. 68. Пример карты растительности с показом местообитаний охраняемых видов, созданной в рамках прикладного исследования

Создание карт биоразнообразия, характеризующих число видов основных систематических групп (сосудистые растения, мохообразные, лишайники – для растений, млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся и др. – для животных), представленных в биомах различного иерархического уровня, суммарно или на единицу площади [24], получило распространение после принятия Конвенции о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). Мелкомасштабные (обзорные) карты биоразнообразия создаются на основе опубликованных данных о флоре и фауне регионов; средне- и крупномасштабные – по данным полевых исследований в сочетании с использованием данных дистанционного зондирования. На уровне обзорных карт используется преимущественно способ качественного фона, с показом распространения биомов и характеристикой их биоразнообразия в табличной или текстовой форме. При более детальных исследованиях используется способ количественного фона (картограмм), с показом числа видов или их ассоциаций, представленных в биомах локального уровня (рис. 69).

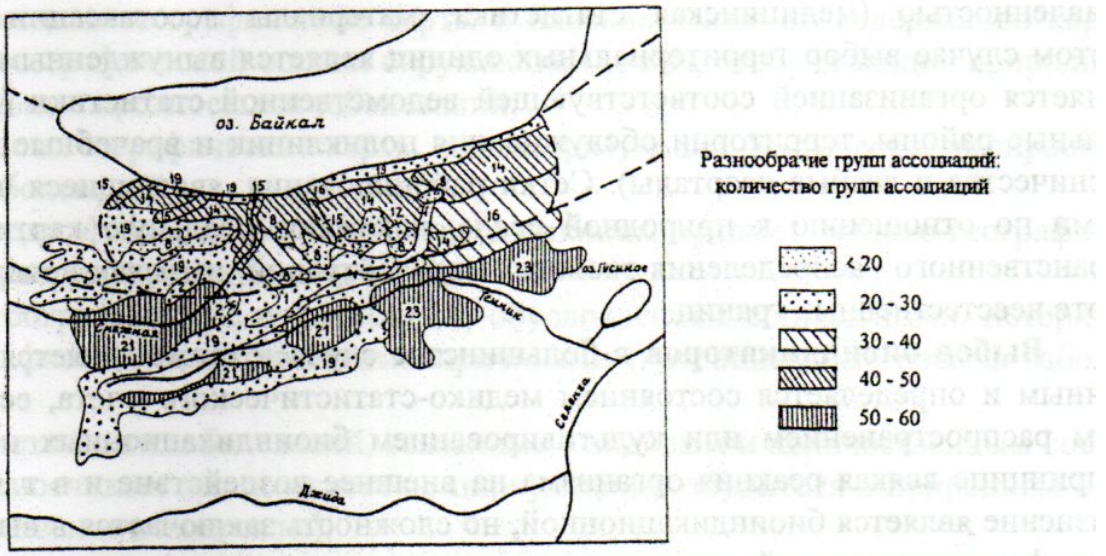


Рис. 69. Пример карты биоразнообразия локального уровня (фитоценотическое разнообразие северного склона хребта Хамар-Дабан) [7]

5.6.2 Биоиндикационное картографирование

Биоиндикационное картографирование как метод мониторинга состояния атмосферы и гидросферы относительно хорошо обеспечено методической литературой. Для урбанизированных территорий основным биоиндикатором является состояние здоровья населения, в первую очередь детского; в сельской местности и относительно слабо измененных ландшафтах изучаются главным образом растения с определенными пределами газоустойчивости; для водоемов – наиболее устойчивые или, наоборот, чувствительные к загрязнению организмы. Основные проблемы, ограничивающие использование методов биоиндикации, связаны с неоднозначностью дозо-ответных реакций и с невысоким территориальным разрешением результатов.

Основными элементами биоиндикационного картографирования являются:
– выбор территориальных единиц;
– выбор биоиндикаторов;
– наблюдение за состоянием биоиндикаторов;
– обработка и картографическое представление результатов наблюдений.

Выбор территориальных единиц определяется характером используемых в данном исследовании биоиндикаторов. В случаях, когда биоиндикаторы выбираются и изучаются непосредственно в ходе картографирования, имеется возможность формирования оптимальной сети районирования на ландшафтной основе. Общим требованием к территориальным единицам является объективность их обособления в силу барьерной роли разделяющих их границ. Наиболее эффективным решением здесь является использование территориальных ячеек, выделенных по сочетаниям элементов рельефа и растительных ассоциаций, что в силу трудоемкости осуществимо лишь при детальных полевых исследованиях.

Значительно чаще для картографических целей используется индикационный потенциал объектов, первоначально изучаемых не с картографической на-

правленностью (медицинская статистика, материалы лесотаксации и др.). В этом случае выбор территориальных единиц является вынужденным и определяется организацией соответствующей ведомственной статистики (муниципальные районы, территории обслуживания поликлиник и врачебные участки, лесничества и лесные кварталы). Сетки районирования, являющиеся чужеродными по отношению к природной среде, искажают реальную картину пространственного распределения экологических ситуаций, вызывая появление на карте неестественных границ.

Выбор биоиндикаторов в большинстве случаев также является вынужденным и определяется состоянием медико-статистического учета, естественным распространением или культивированием биоиндикационных объектов. В принципе всякая реакция организма на внешнее воздействие и в т. ч. на загрязнение является биоиндикационной, но сложность заключается в выявлении специфических реакций, позволяющих установить конкретное содержание воздействия. Выбору конкретных биоиндикаторов определенных фитотоксикантов посвящены многочисленные литературные источники. В качестве биоиндикаторов используются растения, имеющие известные пределы газоустойчивости: ряд видов лишайников (наиболее чувствительны к диоксиду серы); высшие растения, такие как кизил (индикатор хлора), гладиолус и тюльпан (индикаторы фторида водорода), латук, шпинат и свекла листовая (индикаторы основного компонента фотохимического смога – пероксиацетилнитрата) [14] и др.

Обработка и картографическое представление результатов наблюдений дифференцированы по типам биоиндикаторов. Наиболее просто, с использованием способа ареалов, картографируется распространение отдельных видов. При этом разные приемы графического представления ареалов (линии разного рисунка, штриховки, крап, в т. ч. разреженный) позволяют учесть степень пространственной определенности границ.

Показатели медицинской статистики и другие количественные биоиндикационные характеристики, будучи локализуемыми в пределах территориальных единиц, наиболее адекватно картируются с помощью картограмм и картодиаграмм. Картограммами передают относительные характеристики, осредненные по площадям территориальных ячеек; картодиаграммами - абсолютные характеристики или их структуру, обычно по административно-территориальным единицам.

5.6.3 Медико-географическое картографирование

Медико-географическое картографирование нацелено на отображение факторов среды, как позитивно, так и негативно влияющих на здоровье человека. В зависимости от того, являются ли предметом показа факторы среды или результаты их воздействия, т. е. определенные патологии, карты могут быть отнесены к следующим группам медико-географической классификации:

- медико-географические карты и близкие к ним по содержанию карты медико-географической оценки окружающей среды, отображающие природные и социальные предпосылки заболеваний;

- нозогеографические карты, характеризующие фактическое распространение заболеваний.

Среди факторов болезней, составляющих предмет медико-географического картографирования, различают:

- географические предпосылки, обусловленные социальными, историческими и физико-географическими причинами (потенциальные ареалы заболеваний);

- источники заболеваний, связанные с видовым и количественным составом переносчиков, интенсивностью циркуляции возбудителя в природном очаге (фактические нозоареалы).

Реализация природных предпосылок заболеваний зависит от населенности и посещаемости территорий, образа жизни населения, эффективности организации здравоохранения и профилактической работы. Поэтому фактическое распространение болезней (предмет нозогеографического картографирования) может отличаться от распространения соответствующих им природных факторов.

5.6.3.1 **Медико-географическое картографирование абиотических факторов среды**

Медико-географическое картографирование абиотических факторов среды осуществляется главным образом на основе климатических характеристик. В этих целях в рамках медико-биологических исследований определяются оптимальные для человека интервалы характеристик, а фактические их значения рассматриваются как отклонения от оптимума. При этом составляются многочисленные (преимущественно изолинейные) аналитические карты отдельных параметров (продолжительность и степень выраженности комфортных и дискомфортных периодов, отдельные факторы комфорта и дискомфорта). На синтетических картах показываются обобщающие качественные или полуколичественные (балльные) оценки благоприятности климата.

5.6.3.2 Медико-географическое картографирование биотических факторов среды

Медико-географическое картографирование биотических факторов среды осуществляется на основе обобщения данных медицинской статистики, преимущественно в мелких масштабах. К задачам медико-географического картографирования биотических факторов среды относится показ распространения возбудителей природно-очаговых заболеваний и их переносчиков, опасных животных, ядовитых растений и растений-аллергенов. При этом изображаются нозоареалы, нередко с подразделением по разновидностям болезней либо по степени риска заражения.

Территориальными единицами при мелкомасштабном медико-географическом картографировании биотических факторов являются природные зоны и подзоны. Из способов изображения используются ареалы и качественный фон.

Крупно- и среднемасштабное картографирование распространено меньше, т. к. предполагает значительно большую полноту фактических данных. Картографирование распространения вредных видов только по данным обращаемости пострадавших недостаточно для получения объективных результатов, т. к. вне учета остаются меж- и внутрирегиональные различия в посещаемости людьми различных ландшафтов, а также в степени доступности медицинских учреждений. Поэтому крупномасштабные карты создаются в значительной мере на основе специальных полевых работ.

Например, при полевых исследованиях распространения иксодовых клещей (переносчиков энцифалита) оценивается заклещевленность территорий (определяется как число экземпляров клещей на белом полотнище стандартного размера за 1 км пешего маршрута), а также дается характеристика их местообитаний. Для обеспечения сопоставимости маршруты проводятся в весенний период максимальной активности клещей. При камеральной Обработке проводится сопоставление полевой карты распространения клещей с ландшафтными картами, в целях отнесения данных наблюдений к внутренне однородным территориальным единицам (рис. 70).

На представленной в качестве примера карте характеристики заклещевленности отнесены к ландшафтам, отличающимся друг от друга по характеру рельефа, залегающих с поверхности отложений, по почвенному и растительному покрову. Наиболее высокой заклещевленностью отличаются ландшафты с высокой залесенностью, с преобладанием смешанных лесов со значительным участием липы.

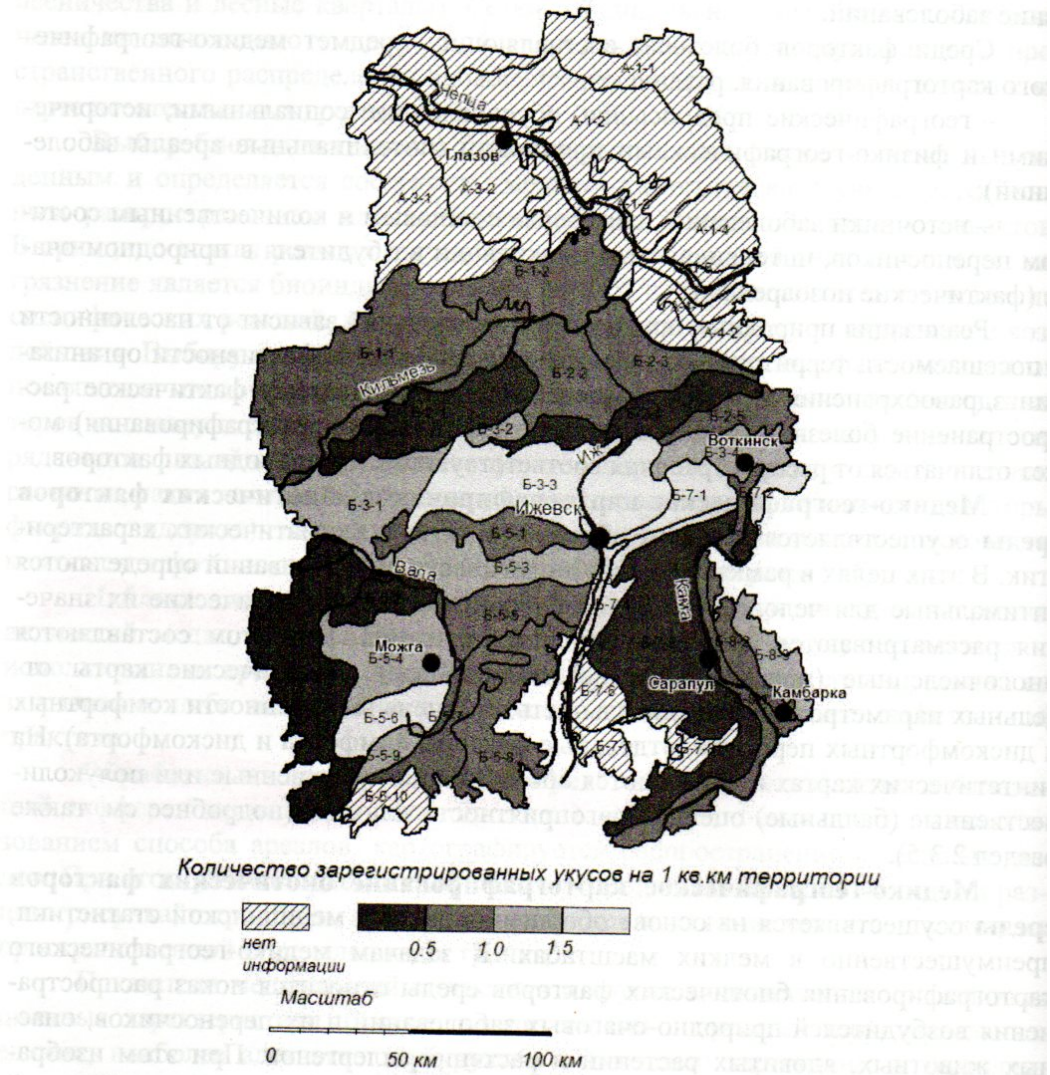


Рис. 70. Карта распространенности случаев укусов иксодовых клещей в Удмуртии, на ландшафтной основе [23]. Буквенно-цифровыми индексами обозначены ландшафты

5.6.3.3 Нозогеографическое картографирование

Нозогеографическое картографирование, т. е. картографирование фактического распространения заболеваний и их групп, ведется на основе опубликованных работ и данных медицинской статистики. Первое преобладает при картографировании в мелких масштабах, второе - при средне- и крупномасштабном.

На представленной на рис. 71 в качестве примера мелкомасштабной карте нозоареала висцерального лейшманиоза в регионе Южной Азии показаны качественные оценки эпидемической опасности.

Представленная на рис. 72 среднемасштабная карта характеризует общее распространение заболеваемости всех видов по районам одного из регионов Рос-

сии. Видна повышенная заболеваемость в отдаленных районах со слабо развитой инфраструктурой здравоохранения.

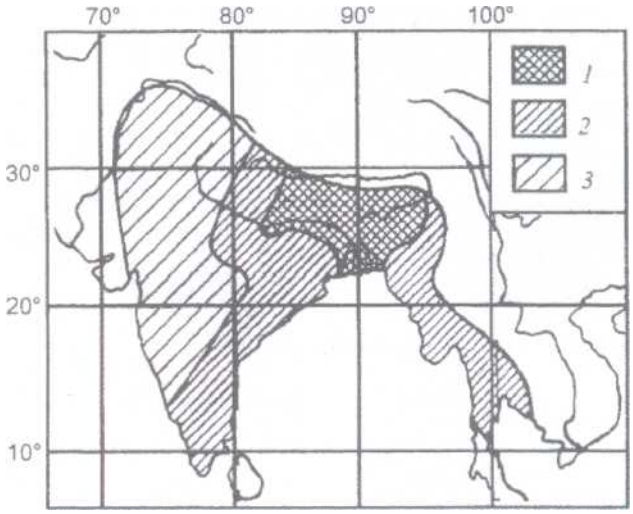


Рис. 71. Пример мелкомасштабной карты нозоареала [22].
Степень эпидемической опасности:
1 - высокая, 2 - средняя, 3 - низкая.

Исходными данными для средне- и крупномасштабного картографирования являются отчеты лечебно-профилактических учреждений, а также сводки по территориям обслуживания поликлиник, районам, городам и т. На основе статистических данных, с использованием программных средств либо ручной технологии, составляются картограммы и картодиаграммы заболеваемости. Территориальные ячейки выбираются соответственно иерархическим уровням организации здравоохранения.

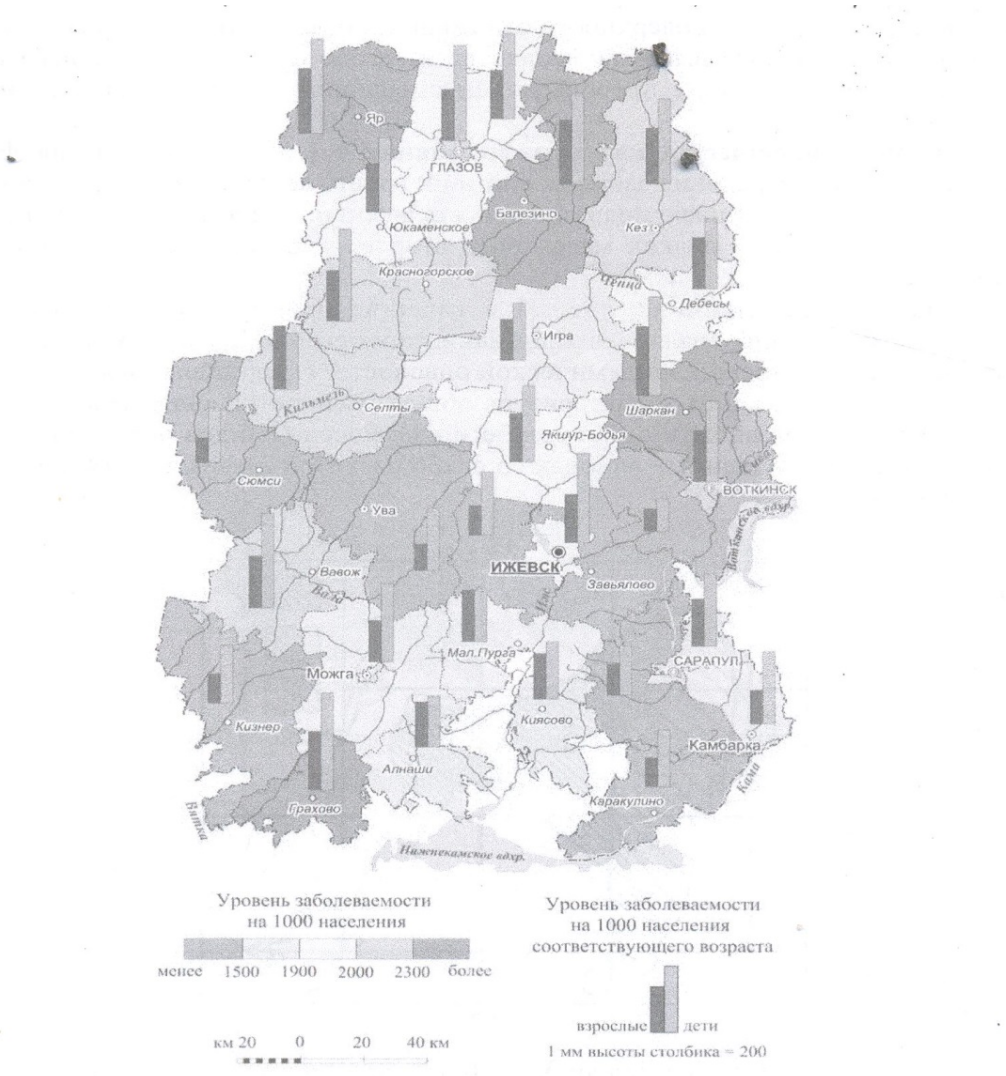


Рис. 72. Пример среднемасштабной карты общей заболеваемости [23]. Столбчатыми диаграммами показано соотношение заболеваемости детского и взрослого населения

5.7 Картографирование физических факторов окружающей среды.

5.7.1 Картографирование радиационной обстановки

Радиационная обстановка обычно характеризуется на картах с использованием способа изолиний. Изолиниями могут передаваться уровни гамма-фона, содержаний отдельных радионуклидов, мощность дозы облучения за определенный период. Аномалии, не выражающиеся в масштабе карты, обозначаются значками. В

результате исследований изотопного состава радионуклидов создаются карты радиационного загрязнения, на которых характеризуется содержание радионуклидов в почвах и донных отложениях, обычно в кюри на км^2. На упрощенных картах, ориентированных на массовую аудиторию, иногда изображаются ареалы радиационного загрязнения, в т. ч. без количественной характеристики.

5.7.2 Картографирование шумового загрязнения

Может проводиться по результатам натурных измерений либо на основе расчетных данных, а также с использованием сочетаний того и другого. В первом случае используют результаты инструментальных измерений уровней шума шумомерами I или II класса. При этом, поскольку шумы с разными частотами при одинаковой интенсивности оказывают неодинаковое физиологическое воздействие, измеряют в децибелах (дБ), нормируют и картографируют *эквивалентные уровни звука,* т. е. скорректированные с учетом частотных характеристик.

Во втором случае картографирование ведется на основе данных о величине автотранспортной нагрузки, структуре транспортных потоков, дорожных условиях и характере застройки. Для получения этих данных проводятся наблюдения за напряженностью и структурой транспортных потоков в часы пик в рабочие дни недели; при этом фиксируются также дорожные условия, характер застройки и озеленения.

Современные расчетные методики предусматривает возможность количественной характеристики как на улицах, так и для внутриквартальных пространств, что применяется в проектной документации и при инженерно-экологических изысканиях (пример - рис. 73). В этом случае оправданно применение изолиний с послойной окраской или модификации способа качественного фона в форме условных цветовых шкал. На основе изолинейных карт выделяют зоны шумового дискомфорта, в пределах которых превышаются гигиенические стандарты и должны предусматриваться шумозащитные мероприятия. В данном примере это оконные блоки с повышенной щумоизоляцией на тех фасадах проектируемого здания, где это необходимо.

5.7.3 Картографирование электромагнитных полей

Примеры карт электромагнитных полей немногочисленны. Высокочастотные электромагнитные поля картируются ареалами как зоны воздействия радио- и телепередающих станций, локаторов (рис. 74).

Низкочастотные электрические поля в городах и промышленных зонах генерируются линиями электропередачи и распространяются на расстояние порядка десятков метров от них. Соответственно, наиболее адекватным способом картирования электрических полей промышленной частоты являются линейные знаки. Их наносят вдоль трасс высоковольтных линий, а также вдоль сопровождаемых низковольтными линиями улиц и дорог.

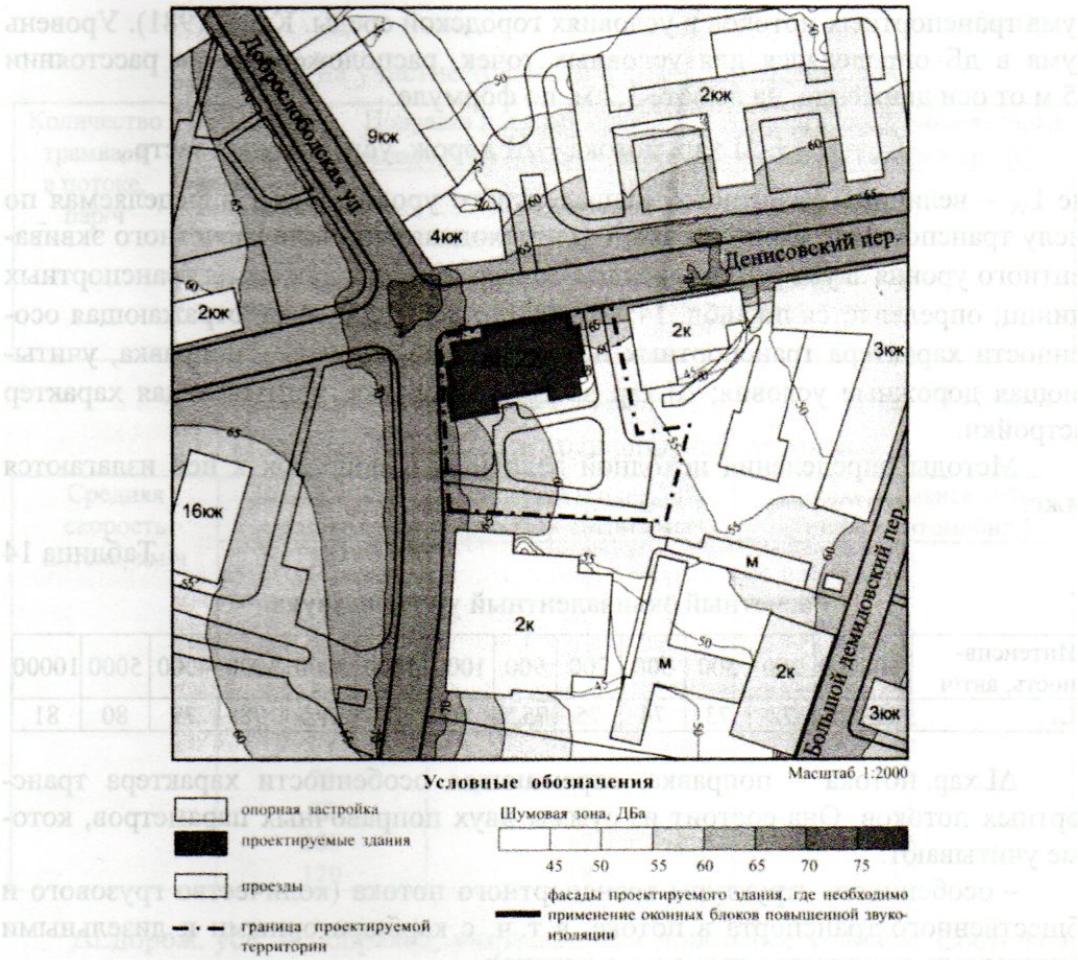


Рис. 73. Пример шумовой карты для района проектируемого объекта [41]

ные электрические поля в городах и промышленных зонах

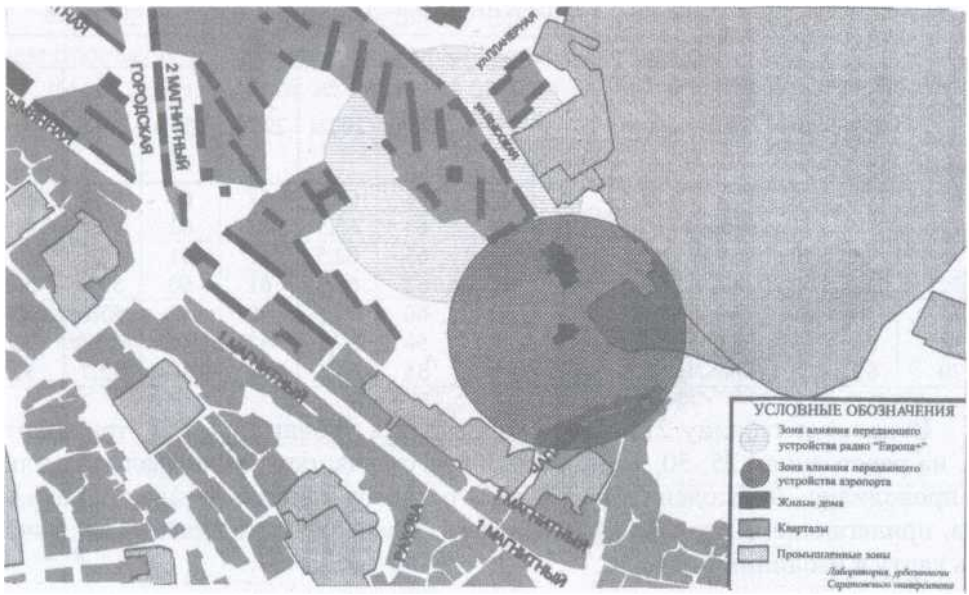


Рис. 74. Изображение зон электромагнитного загрязнения от радиопередающих устройств в районе аэропорта г. Саратов [13]

Низкочастотные магнитные поля распространяются на более значительные расстояния от высоковольтных линий, а также продуцируются многочисленными электрическими приборами и устройствами промышленного и бытового назначения. Их взаимодействие и наложение формирует в городах повсеместный, очень изменчивый фон, иногда называемый «электромагнитным смогом». Величины напряженности магнитного поля (магнитной индукции,змеряемой в городах в нанотесла - нТл) закономерно возрастают на территориях с плотной застройкой, обычно наиболее нагруженных электротехническими устройствами, и снижаются на малонаселенных участках и в рекреационных зонах. Соответственно, величина магнитной индукции может рассматриваться как индикатор общей техногенной нагрузки на территорию (геоиникатор). Однако при изучении магнитных полей следует учитывать и их специфические особенности, такие как резко выраженные максимумы вблизи воздушных высоковольтных линий и кабелей подземной прокладки. Магнитная индукция - удобный объект измерений и показа на картах посредством изолиний; пример - рис. 75. Выявленные при измерениях в отдельных точках аномальные значения могут показываться способом значков.

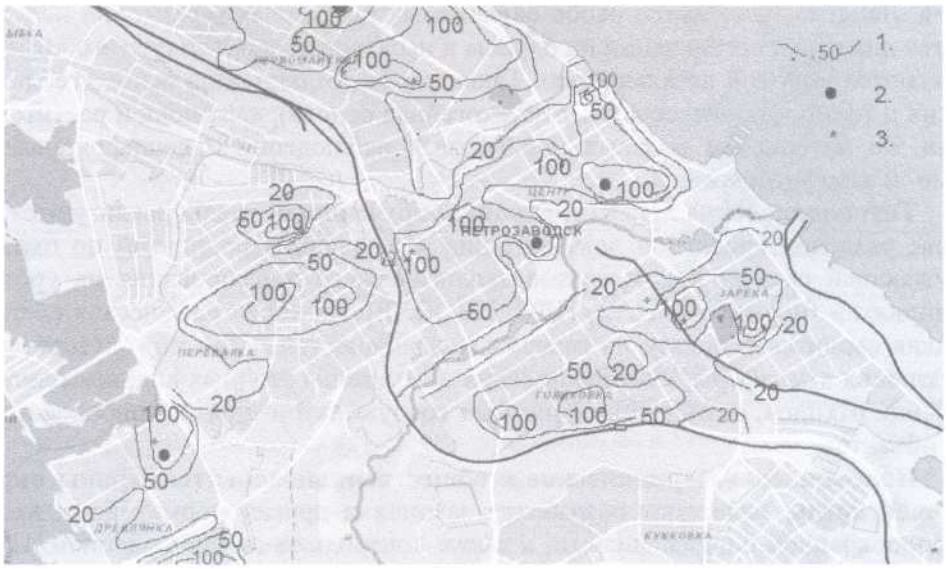


Рис. 75. Схематическая карта значений магнитной индукции в пределах территории г. Петрозаводск.
Условные обозначения: 1. Изолинии и их оцифровка, нТл. 2. Аномалии по 3δ пределу. 3. Аномалии по 2δ пределу.

5.8 Картографирование охраны окружающей среды

Согласно известному определению Н. Ф. Реймерса [26], под охраной окружающей среды подразумевается комплекс международных, государственных, региональных и локальных административно-хозяйственных, технологических, политических, юридических и общественных мероприятий, направленных на обеспече-

ние социально-экономического, культурно-исторического, физического, химического и биологического комфорта, необходимого для сохранения здоровья человека. В данном определении перечислены аспекты природоохранной деятельности и территориальные уровни, на которых она осуществляется.

Административно-хозяйственные аспекты охраны окружающей среды включают прежде всего территориальное планирование и градостроительное зонирование, с закреплением видов разрешенного использования для каждой из выделенных территориальных зон. Приэтом одной из важнейших составных частей территориального планирования является *закрепление экологического каркаса территорий,* включающего лесные массивы, территории формирования стока крупных рек, крупные источники поверхностных вод, особо охраняемые природные территории. Ядро экологического каркаса образуют особо охраняемые природные территории, и их картографирование является важнейшим элементом природоохранного картографирования.

Основное содержание карт особо охраняемых природных территорий составляют ландшафты (показываются.качественным фоном) и протекающие в них динамические процессы (передаются обычно посредством ареалов). Дополнительно значками могут обозначаться местообитания охраняемых редких видов. Ландшафтные карты особо охраняемых природных территорий используются для целей организации их охраны и исследования и в силу этого обычно отличаются высокой детальностью. Такие карты создаются на основе геологических и геоморфологических карт (литогенная основа), карт почв и растительности, по материалам полевых маршрутных наблюдений и дешифрирования космо- и аэрофотоснимков.

Технологические аспекты охраны окружающей среды реализуются на основе разделов проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» и документов экологического нормирования на уровне предприятий (нормативы ПДВ, НДС, ПНООЛР). Их картографическая составляющая сводится к показу на генеральных планах предприятий - источников загрязнения атмосферы, мест накопления и отведения сточных вод, временного хранения отходов, размещения очистных сооружений и других природоохранных объектов.

Политические, юридические и общественные аспекты охраны окружающей среды включают разработку законов и других нормативных актов природоохранной направленности, а также контроль за их соблюдением. Полнота и эффективность природоохранного законодательства нередко оценивается общественными организациями, с составлением соответствующих рейтингов, отражающих полноту охвата нормативными актами компонентов природной среды и экологических проблем, их эффективность, участие стран и регионов в общенациональных и международных акциях и мероприятиях.

Политические, юридические и общественные аспекты охраны окружающей среды реализуются по странам и их регионам, и это один из относительно немногих случаев, когда использование стран и их регионов в качестве территориальных единиц оправданно. Наилучшие результаты дает использование картограмм и диа-

грамм, применяемых для передачи количественной и качественной характеристик нормативной базы в области охраны окружающей среды, уровней ее соблюдения, включая количество и структуру экологических правонарушений (преступлений), их динамику. Так, с помощью карты, фрагмент которой представлен на рис. 76, можно проследить зависимость между количеством и видами экологических преступлений и социально-экономическими особенностями регионов, оценить приоритетность для регионов тех или иных природоохранных проблем.

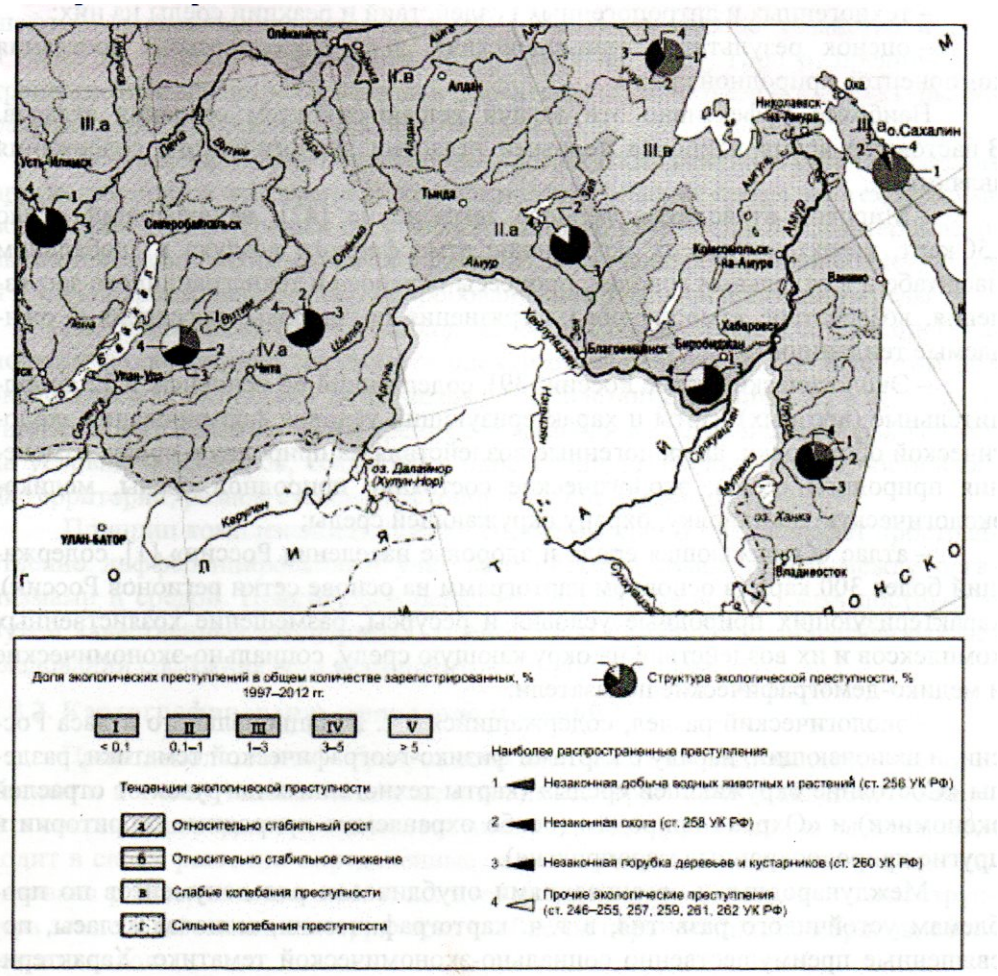


Рис. 76. Фрагмент карты «Экологическая преступность в России» [27]

Карты охраны окружающей среды как отдельные картографические произведения создаются нечасто. Значительно чаще вопросы охраны окружающейсреды рассматриваются на картах наряду с воздействием на среду и степенью её благоприятности, что в совокупности составляет предмет комплексного экологического картографирования и рассматривается в следующем разделе.

5.9 Комплексное экологическое картографирование

5.9.1 Задачи комплексного экологического картографирования

Комплексность экологического картографирования предполагает одновременное отображение:

- географической среды (ландшафтов), в которой происходит взаимодействие и развиваются геоэкологические отношения между природными и социально-экономическими системами; техногенных и антропогенных воздействий и реакции среды на них;

- оценок результатов взаимодействия, т. е. экологического состояния компонентов природной среды.

Наиболее эффективно эти задачи решаются путем создания атласов. В настоящее время наиболее полными атласами экологического содержания являются:

- Мировой атлас атмосферного загрязнения [42], включающий около 150 карт, характеризующих загрязнение атмосферного воздуха в глобальном масштабе и в отдельных городах, процессы переноса и трансграничного загрязнения, воздействие атмосферного загрязнения на здоровье населения й ожидаемые тенденции;

- Экологический атлас России [39], содержащий 68 основных и 32 дополнительные (врезных) карты и характеризующий условия формирования экологической обстановки, антропогенные воздействия на природную среду, изменения природной среды, экологическое состояние природной среды, медико--экологическую обстановку, охрану окружающей среды;

- атлас «Окружающая среда и здоровье населения России» [1], содержащий более 300 карт (в основном картограмм на основе сетки регионов России), характеризующих природные условия и ресурсы, размещение хозяйственных комплексов и их воздействие на окружающую среду, социально-экономические и медико-демографические показатели;

- экологический раздел, содержащийся в т. 2 Национального атласа России, и включающий, наряду с картами физико-географической тематики, разделы «Состояние окружающей среды» (карты техногенных нагрузок от отраслей экономики) и «Охрана природы» (особо охраняемые природные территории и другие природоохранные мероприятия).

Международными организациями опубликован ряд документов по проблемам устойчивого развития, в т. ч. картографических, включая атласы, посвященные преимущественно социально-экономической тематике. Характеристики обычно приводятся как средние или суммарные для целых стран, с использованием способа картограмм.

Атласное картографирование обычно опирается на результаты комплексных исследований (нередко проводимых специально) и позволяет глубоко и всесторонне охарактеризовать экологическую обстановку на территории. Однако выводы из всесторонней характеристики и сравнительные оценки, вызывающие наибольший общественный и практический интерес, следует представлять на отдельной обоб-

щающей карте. Поэтому особенности комплексного экологического картографирования наиболее полно раскрываются в создании комплексных (общих) экологических карт. В настоящее время выделяются [18] следующие разновидности комплексных экологических карт:

- инвентаризационные,
- инвентаризационно-оценочные,
- комплексные оценочные.

На ***инвентаризационных картах***, преобладающих численно, показываются элементы природной среды (природные зоны, ландшафтные районы, ландшафты) и характер их использования (сельское и лесное хозяйство и др.), а также источники техногенного воздействия на них - города, предприятия, транспортные магистрали, иногда с характеристикой объемов и структуры образуемых ими выбросов, сбросов и отходов.

На ***инвентаризационно-оценочных картах*** добавляется (за счет сокращения других элементов содержания) характеристика реакции рреды на техногенные воздействия на нее. Оценки носят приближенный, качественный характер и основываются главным образом на биоиндикационных данных (состояние лесов, лугов и т. п.) или, реже, на материалах опробования компонентов природной среды.

На ***комплексных оценочных картах*** основным элементом содержания становятся экологические ситуации и оценки степени их остроты. При этом под экологической ситуацией понимается [11] сочетание различных, в т. ч. позитивных и негативных с точки зрения проживания и состояния здоровья человека условий и факторов, создающих определенную экологическую обстановку на территории, разной степени благополучия или неблагополучия.

Принцип комплексности оценки состояния среды предполагает пространственно дифференцированный учет всей системы взаимосвязей между организмами и средой. Практически решение этой задачи может быть достигнуто путем качественных (экспертных) оценок либо на основе количественных исследований состояния всех компонентов природной среды.

5.9.2 Картографирование природопользования

Понятие природопользования включает все виды техногенных воздействий на все компоненты среды. Поэтому картографирование природопользования представляет собой разновидность комплексного экологического картографирования. Картографирование природополь-зования наиболее целесообразно в относительно мелких масштабах (1:1 000 000 и мельче), не позволяющих конкретизировать экологические ситуации в пределах отдельных ландшафтов, особенно индустриальных и селитебных. В этом случае дополнение типов и подтипов природопользования важнейшими характеристиками источников, объемов и последствий техногенных воздействий позволяет решить задачу создания общеэкологической карты обзорного характера.

Картографирование традиционного природопользования обычно включает показ территорий, закрепленных за группами (семьями, общинами) коренных малочисленных народов, сохраняющими традиционный образ жизни, иногда также с обозначением содержания традиционных занятий и сопряженных с ними хозяйственных построек. Дополнительную актуальность картографированию традиционного природопользования придай необходимость выявления родовых земледельческих, рыболовных и охотничьих угодий коренного населения при инженерно-экологических изысканиях и всемерного учета его интересов при проектировании производственных и транспортных объектов. Ведущими способами при картографировании традиционного природопользования являются ареалы и значки.

Современное природопользование представляет интерес для картографирования в аспектах показа территорий распространения и количественных характеристик географических типов и подтипов природопользования. Для целей картографирования и количественной оценки экологических проблем в рамках географических типов природопользования наиболее подходящей является классификация, разработанная А. Б. Басаликасом [2] (как классификация функций использования ландшафтов), в интерпретации и с дополнениями В. В. Масленниковой [31], с описательной и количественной характеристикой автора [28]. Преимуществами данной классификации являются удобство увязки типов и подтипов природопользования с закрепленными в законодательстве формами использования земель и в то же время учет масштабов трансформации природной среды.

Легенда карты природопользования.

Пример легенды экологической карты, основанной на выделении типов и подтипов природопользования, представлен на рис. 77. Поскольку общее содержание экологических проблем определяется характером природопользования, наиболее выразительное средство - фоновая окраска - отводится для показа территорий распространения типов природопользования. С учетом приведенных выше количественных характеристик, показ распространения типов и подтипов природопользования позволяет также оценить масштабы связанных с ними техногенных нагрузок.

Горнопромышленное природопользование обычно не образует крупных контуров и бывает представлено отдельными объектами, рассредоточенными среди лесов и сельскохозяйственных земель. Поэтому

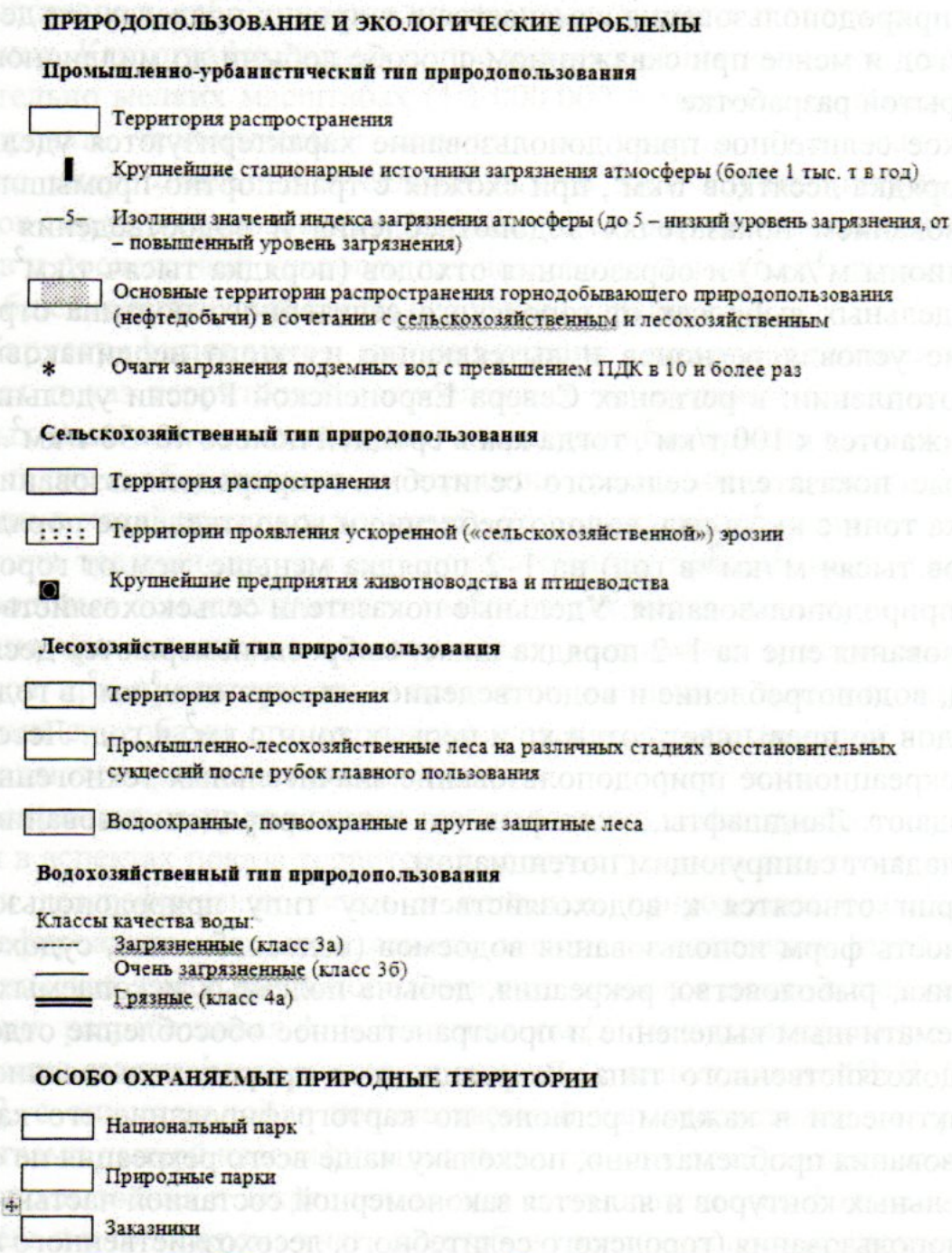


Рис. 77. Пример легенды общей экологической карты на основе картографирования природопользования

предпочтителен его показ на карте ареалами с использованием крапа в качестве изобразительного средства.

Леса подразделяются на имеющие особое защитное значение (водо- и почвоохранный, рекреационный и санитарно-гигиенический подтипы) и используемые для лесозаготовок (промышленно-лесохозяйственный подтип при**родопользова-**

ния). Другими обозначениями (значками, линейными з ареалами, изолиниями) на общей экологической карте показываются:

- **средние характеристики качества атмосферного воздуха;**
- **крупнейшие источники и очаги загрязнения атмосферы и гидроа**
- **территории проявления ускоренной («сельскохозяйственной») эр**
- **особо охраняемые природные территории.**

5.10 Качественные оценки экологических ситуаций и их картографирование

Качественное экологическое картографирование основывается на оценках экологических ситуаций, выполняемых обычно экспертным путем, на основе ряда критериев. Наиболее употребляемыми являются 5-6-членные классификацииэкологических ситуаций, различающихся по степени остроты. Оценки могут *даваться*для единиц административно-территориального деления или, что более методически правильно, ландшафтного (физико-географического) районирования.

Критерии оценки экологических ситуаций. Согласно сформулированным [20] критериям, при *удовлетворительной ситуации* из-за отсутствия прямого или косвенного антропогенного воздействия все показатели свойств ландшафтов не изменяются и находятся в фоновом состоянии.

Конфликтная ситуация имеет место в том случае, когда наблюдаются незначительные в пространстве и во времени изменения в ландшафтах, в том числе, в средо- и ресурсовоспроизводящих свойствах, что ведет к сравнительно небольшой перестройке структуры ландшафтов и их восстановлению в результате процессов саморегуляции природного комплекса или проведения несложных природоохранных мер.

При *напряженной ситуации* отмечаются негативные изменения в отдельных компонентах ландшафтов, что ведет к нарушению или деградации отдельных природных ресурсов и, в ряде случаев, к ухудшению условий проживания. При соблюдении природоохранных мер напряженность экологической ситуации, как правило, спадает.

При *критической ситуации* возникают значительные и слабокомпенсируемые изменения ландшафтов, происходит быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов (в т. ч. генофонда), уникальных природных объектов, наблюдается устойчивый рост числа заболеваний из-за резкого ухудшения условий проживания. Антропогенные нагрузки, как правило, превышают установленные нормативные величины и экологические требования. При уменьшении или прекращении антропогенных воздействий и проведении природоохранных мероприятий возможна нормализация экологической обстановки, улучшение условий проживания населения и частичное восстановление ландшафтов.

Кризисная ситуация приближается к катастрофической. В ландшафтах возникают очень значительные и слабо компенсируемые изменения, в результате которых происходит полное истощение природных ресурсов. Антропогенные нагрузки, как правило, устойчиво и многократно превышают установленные нормативные величины и экологические требования, вследствие чего резко ухудшается здоровье населения. Если не принять срочных кардинальных мер, то переход к катастрофической ситуации может произойти в течение небольшого промежутка времени (3–5 лет).

Катастрофическая ситуация характеризуется глубокими и часто необратимыми изменениями природы, утратой природных ресурсов и резким ухудшением условий проживания населения, вызванными в основном многократным превышением антропогенных нагрузок на ландшафты региона. Важным признаком катастрофической ситуации является угроза жизни людей и их наследственности, а также утрата генофонда и уникальных природных объектов. Она может наступить внезапно, как например, при аварии на АЭС (Чернобыль), или сформироваться постепенно при нарастающем изменении природы (Приаралье).

Состояние отдельных компонентов среды может оцениваться в баллах. Общая оценка экологических ситуаций в пределах территориальных единиц дается в

виде сумм баллов (рис.78) или в форме лингвистических переменных, связанных с их шкалами (пример - рис. 79). Для отображения экологических ситуаций используются качественный фон и наиболее броское изобразительное средство - фоновая окраска или (на однотонных картах) штриховка.

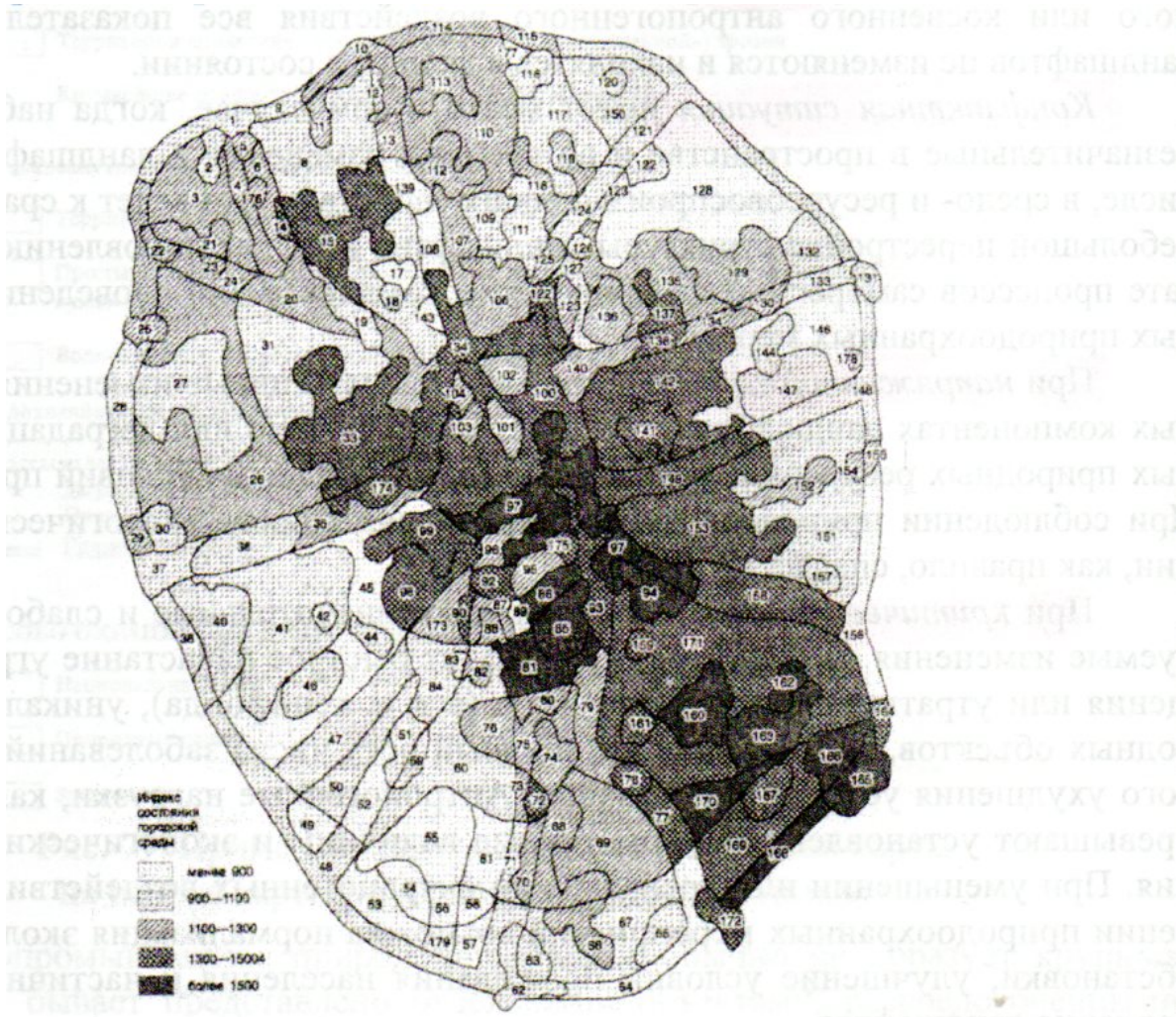


Рис. 78. Схематическая карта комплексной оценки состояния среды на территории Москвы, баллы

Общие оценки экологических ситуаций в пределах разных территориальных единиц могут складываться из разных покомпонентных оценок. Поэтому общие оценки могут дополняться с помощью составных буквенных индексов, индивидуальных для каждого выдела и включающих наборы из следующих обозначений:

А - загрязнение атмосферы,

В - истощение и загрязнение вод суши, нарушение водного режима,

$В_ш$ - загрязнение морей,

$П_э$ - эрозия почв,

$П_д$ - дефляция почв,

Пс - засоление почв,

Л - обезлесивание (переруб лесов),

$Л_д$ - деградация лесов под влиянием техногенных воздействий,

Д - деградация пастбищ,

Р - истощение рыбных ресурсов,

М - нарушение мерзлотного режима почво-грунтов,

Н - комплексное нарушение ландшафтов,

У - отчуждение продуктивных земель, потеря рекреационных ресурсов,

К - нарушение режима особо охраняемых природных территорий [20]. Вслед за буквенными обозначениями могут указываться оценочные показатели, например: A_1- слабое, A_2 - среднее, A_3 - сильное загрязнение атмосферы и т. п.

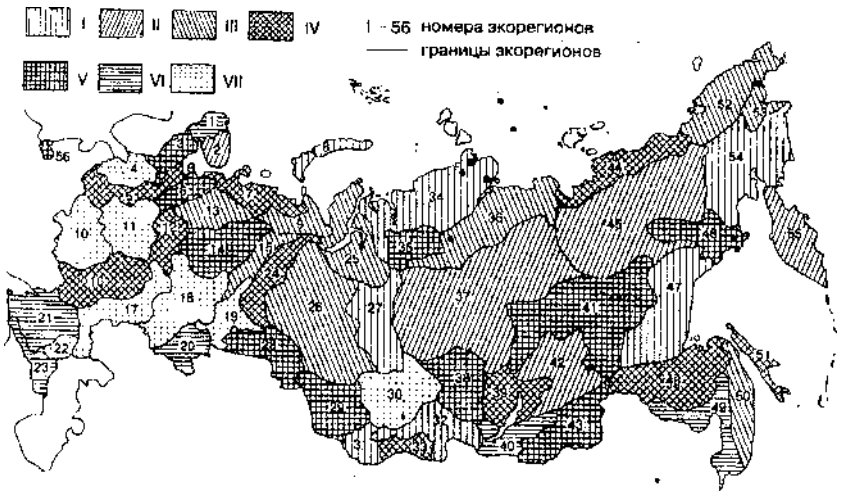


Рис. 79. Оценки напряженности экологических ситуаций по экорегионам России, по состоянию на 2003 г.:

I - очень низкая, II - низкая, III - относительно низкая, IV - средняя, V - относительно высокая, VI - высокая, VII - очень высокая [20].

5.11 Количественные оценки состояния среды

Количественное экологическое картографирование ввиду методической сложности и трудоемкости не получило пока широкого распространения. Количественные оценки состояния среды не могут быть сведены к совокупности характеристик состояния её компонентов. Необходим переход от множества частных показателей к одному обобщающему. Реализуемым на практике вариантом этого перехода являются определение суммарных показателей (индексов) загрязненности воздуха, воды, почв и их дальнейшее обобщение на основе характеристик оценки значимости состояния каждого из компонентов природной среды. Известные и апробированные методики позволяют количественно оценить значимость состояния компонентов природной среды лишь на основе гигиенических критериев, т. е. с позиций оценки влияния на здоровье населения. Такой подход применим в пределах урбанизированных территорий, в то время как для природных и квазиприродных ландшафтов выполнение количественных интегральных оценок сдерживается отсутствием подходящих экологических критериев (ПДК, определенные с точки зрения воздействия загрязнений на экосистемы, что на практике не достигнуто). Для территорий (прежде всего, урбанизированных), достаточно охарактеризованных количественными данными и о состоянии здоровья населения, может быть проведена интеграция покомпонентных показателей в суммарный показатель антропогенной нагрузки (СПАН).

Для определения показателей весомости перечисленных индексов загрязненности воздуха, воды и почв использовались значения коэффициентов корреляции между общей заболеваемостью детей по участкам обслуживания детских поликлиник и соответствующими показателями экологической обстановки на территориях тех же участков. Как показало исследование, проведенное в г. Ижевске [10], коэффициенты корреляции составили: 0,21 для индекса загрязнения атмосферы в среднегодовом исчислении ($ИЗА_{сг}$); 0,54 для индекса загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях ($ИЗА_{нму}$); 0,07 для индекса загрязнения воды в системах водоснабжения (ИЗВ); 0,12 для суммарного показателя загрязнения почв (Z_c). Поскольку сумма приведенных выше показателей весомости (коэффициентов корреляции) составляет 0,94, для удобства интерпретации результатов все они были пропорционально увеличены, так чтобы их сумма составила единицу. В этом случае в гипотетической ситуации соответствия всех показателей загрязнения предельно допустимым с гигиенической точки зрения значениям величина СПАН составит единицу.

Для приведения показателей загрязнения к единому смысловому содержанию (кратность превышения или доля предельно допустимых значений) величины $ИЗА_{сг}$ и $ИЗА_{нму}$ следует делить на число учитываемых ингредиентов, а суммарный показатель загрязнения почв Z_c – на соответствующую предельно допустимую величину 16; для Z_c и ИЗВ учет числа ингредиентов предусмотрен в соответствующих формулах, приведенных выше. Таким образом, СПАН рассчитывались по формуле

$$СПАН = 0{,}57\frac{ИЗА_{нму}}{n_1} + 0{,}23\frac{ИЗА_{сг}}{n_2} + 0{,}13\frac{Z_c}{16} + 0{,}07ИЗВ,$$

где n_1 и n_2 – количества ингредиентов, учтенных при вычислении $ИЗА_{нму}$ и $ИЗА_{сг}$ соответственно.

Для значений СПАН коэффициент корреляции с показателями детской заболеваемости составил 0,65 и, таким образом, оказался выше, чем для любого из частных показателей. Построенная по данной методике карта представлена на рис. 80. Максимальные значения СПАН приурочены к промышленным зонам и прилегающим территориям, а также к основной транспортной магистрали, минимальные - к районам частной застройки усадебного типа. «Языки», выходящие за городскую территорию, связаны с основными автодорогами.

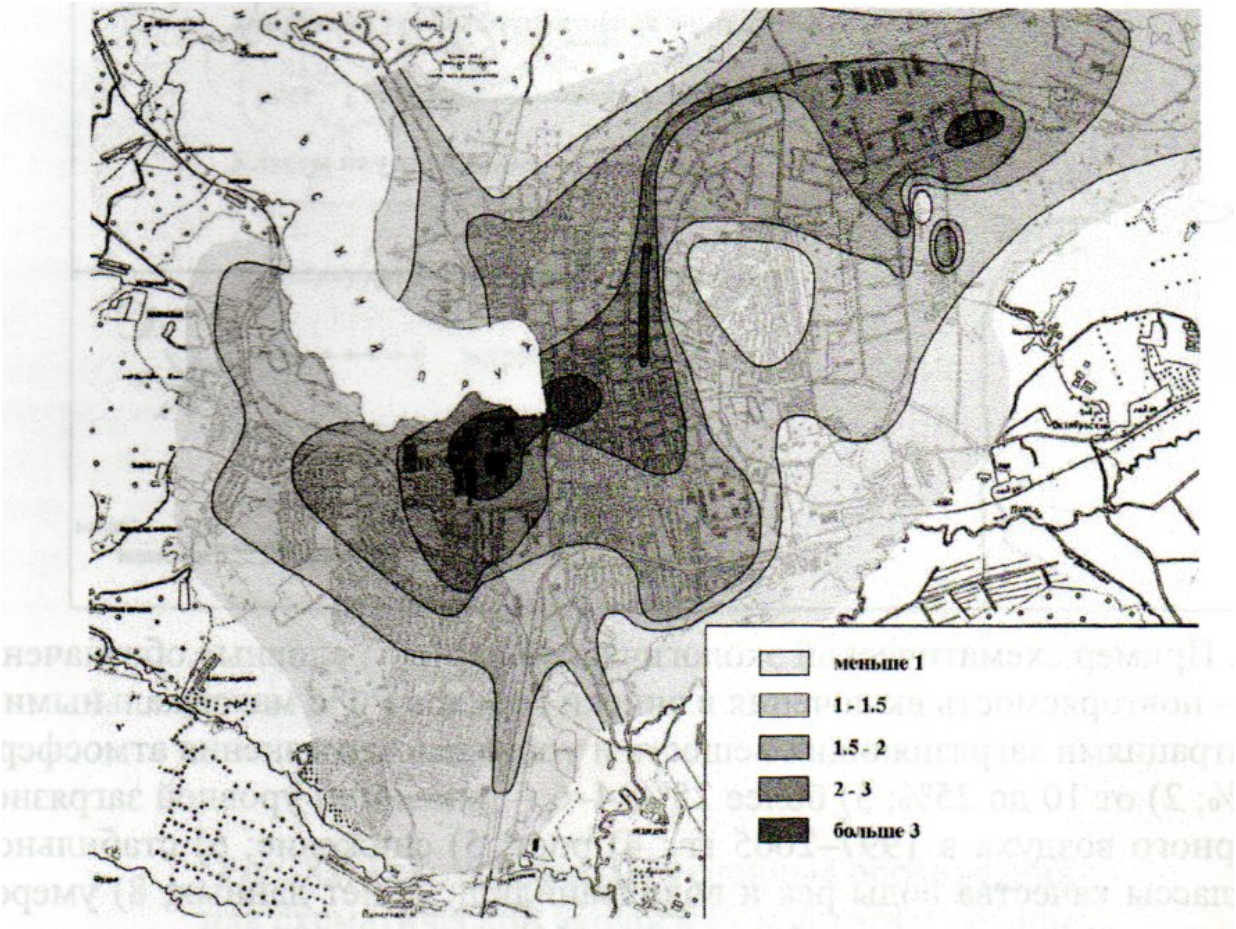


Рис. 80. Карта суммарных показателей антропогенной нагрузки (СПАН)

5.12 Легенды комплексных экологических карт

Легенды комплексных экологических карт отличаются большой сложностью и включают значительную часть арсенала изобразительных средств тематической картографии. Значками (в т. ч. структурными) изображаются источники, объемы и структура техногенных воздействий (города, предприятия), а также не выражающиеся в масштабе карты уникальные природные объекты. Линейными знаками показываются элементы географической основы, имеющие значение для характеристики экологической обстановки: гидросеть (в т. ч. с характеристикой качества во-

ды), коммуникации (в т. ч. с характеристикой напряженности использования и/или воздействия на среду). Качественным фоном могут передаваться как характеристика ландшафтов и природопользования, так и оценки экологической обстановки. При этом на комплексных экологических картах часто используют одновременно две системы качественного фона: окраску и штриховые обозначения. Дополнительно для характеристики состава экологических проблем используются относящиеся к ландшафтным и/или административно-территориальным выделам сложные буквенные индексы (раздел 3.8.3). Изолинии применяются для количественной характеристики состояния среды (уровни загрязнения атмосферного воздуха, значения СПАН и др.). Ареалами традиционно обозначают территории распространения охраняемых видов, особо охраняемые природные территории, а также поддающиеся оконтуриванию области распространения отдельных видов загрязнения (запыленность снежного покрова,' выпадение кислотных осадков и т. п.). Техногенная нагрузка на ландшафты или территории административно- территориальных образований количественно характеризуется с помощью картограмм и картодиаграмм. Картограммами обычно передаются объемы выбросов, сбросов, твердых отходов, пестицидов и т. д. на единицу площади (либо в расчете на численность населения, величину стока); картодиаграммами - абсолютные характеристики воздействий в пределах территориальных единиц.

5.13 Организационные основы геоэкологического картирования

5.13.1 Этапы геоэкологических исследований

Геоэкологические исследования проходят в три этапа: подготовительный, полевой и камеральный. Подготовительный этап работ включает:

• сбор, обобщение и анализ имеющейся информации по геологии, геохимии, геофизики, эрозионным процессам, характеру почв, подземного и поверхностного стока, загрязнению атмосферы, гидросферы и литосферы, переносу загрязняющих веществ, в том числе и радиоактивных, о состоянии здоровья населения и т.д.;

• сбор материалов о техногенных объектах (расположение, особенности технологии, отходы и т.д.);

• периодическое дешифрирование аэро-и космоснимков различного масштаба. В результате обработки собранных материалов составляются предварительные рабочие карты, выделяются контрольные участки, обосновываются виды и объемы работ, составляются проект и смета.

Проект должен предусматривать наиболее экономичные способы дальнейших исследований, передовые технологии, прогрессивные методики организации труда [20]. Сбор фактического материала происходит во время полевого этапа, который состоит из аэронаблюдений за состоянием геологической среды, наземных маршрутов, геохимических, радиометрических, гидрогеологических и инженерно-

геологических исследований. В процессе работ отбираются пробы почв и подземных вод, донных отложений, растительности, атмосферного воздуха, осадков, снежного покрова. Во время камерального этапа работ анализируются собранные пробы, обрабатываются полученные результаты, составляются карты и дается экологическая оценка окружающей среды.

5.13.2 Методика полевых геоэкологических исследований

При самостоятельном геоэкологическом картировании маршруты прокладываются по результатам анализа аэрокосмических, геологических, геохимических и других материалов. Во время маршрутов определяется состояние геологической среды, проводятся ландшафтно-индикационные исследования, в процессе которых выявляются антропогенные индикаторы и нарушенные индикационные связи между различными компонентами ландшафта. Также обследуются ключевые участки интенсивного воздействия техногенных объектов на геологическую среду. Маршруты в ненарушенных (естественных) условиях проходят от водораздела к дрене бассейна местного стока и вдоль дрены. Участки с повышенной концентрацией загрязняющих веществ должны пересекаться маршрутами. В маршрутах проводится дешифрирование аэроснимков, радиометрические наблюдения, отбираются пробы для геохимических анализов, отмечаются аномалии растительности. В нарушенных условиях дополнительно прокладываются маршруты от источника загрязнения по направлению предполагаемого простирания ареала загрязнения с учётом розы ветров и направления потока грунтовых вод. Помимо работ, перечисленных выше, отмечаются нарушения рельефа: просадки, оврагообразование, оползни, обвалы, сели, свалки и т.д. На участках сброса загрязненных вод, на действующих водозаборах, каналах и других техногенных объектах отбираются пробы воды для определения тяжелых металлов и радиоактивных элементов.

Пробы почв, пород, растительности и снежного покрова отбираются по сети, которая зависит от масштаба исследования, например, в масштабе 1:200 000, она составляет в среднем 2 х 2 км, т.е. 1 проба на 4 км^2 (табл. 9), или 1 точка наблюдений на 1 квадратный сантиметр карты. Опробование проводят конвертом размером 200 х 200 м. Проба каждого вида отбирается равномерно из пяти точек конверта.

Таблица 9

Масштаб работ	Сеть опробования в км^2	1 проба на площадь в км^2
1:1 000 000	10 × 10	1/100
1:500 000	5 × 5	1/25
1:200 000	2 × 2	1/4
1:100 000	1 × 1	1/1
1:50 000	0,5 × 0,5	1/0,25
1:25 000	0,25 × 0,25	1/0,06
1:10 000	0,1 × 0,1	1/0,01

При слабом изменении ландшафтов сеть опробования можно разрядить, например в масштабе 1:200 000 одну пробу отбирают с 25 км^2 . При отборе проб почв, горных пород, биогенной массы выполняют горно-буровые работы, которые включают проходку шурфов и скважин. Глубина шурфов от 0,06 м до 5 м в зависимости от масштаба исследования, от глубины залегания плотной породы или появления воды. Пробы почв отбираются снизу, из середины и с поверхности генетического горизонта. Глубина опробования в шурфах от 0,06 до 1,2 м. В очагах загрязнения дополнительно берется объединенный образец из 12-15 проб. Средний вес проб составляет около 300 г. Пробы отбираются в матерчатый мешочек. В журнале приводится описание почв: механический состав, цвет, структура, влажность, плотность, наличие бытовых и промышленных отходов и т. д. Отбор подстилающих пород проводится по литологическим горизонтам до глубины залегания уровня подземных вод. Отобранные образцы весом до 0,5 кг упаковываются в мешочки, где указывается номер пробы. Дается описание образцов и генетического горизонта, его глубина залегания и мощность.

Разрезы, вскрытые шурфами и скважинами, проверяются на радиоактивность гамма-спектрометром (на каждый горизонт одна точка). Если необходимо в шурфах и скважинах провести атмогеохимические исследования, то пробы отбираются в стеклянные пробоотборники сразу после вскрытия исследуемого горизонта. Тут же газ десорбируют с помощью дегазатора под насыщенный раствор поваренной соли.

Донные отложения целесообразно отбирать по поперечному профилю русла, поэтому в каждой точке опробования получаем объединенную пробу из 3-5 образцов, взятых с глубины 20-40 см. Если дно русла покрыто техногенными илами, пробы берутся по всей мощности илового слоя. Масса пробы 200-300 г.

Донные отложения озер отбираются вне литоральной зоны по слоям или в виде объединенной пробы. Для этого используются пробоотборники: дночерпатели, драги, стратиметры, трубки. В болотах пробы берут с верхнего слоя торфяника до глубины 20- 30 см. Пробы помещают в отдельные герметически закрытые сосуды и хранят в охлажденном (от 0 до 3°) или замороженном состоянии (до -20°), в дневнике проводят морфологическое описание [9]. Опробование донных отложений обычно совмещается с гидрохимическим опробованием поверхностных вод.

При мелко - и среднемасштабных исследованиях водотоки длинной 5-10 км анализируются в верховье и приустьевой части. Более протяженные – в среднем через 5-10 км, интервалы опробования крупных рек – 10-25 км. При крупномасштабных исследованиях отбор проб производится через 1-3 км, а в зонах влияния конкретных источников сеть сгущается. Опробованию подлежат участки впадения притоков и участки, наиболее подверженные техногенному загрязнению, например, места сброса сточных вод и т. д. Пробы воды берутся у берега и стрежня с поверхности воды, на определенных глубинах (0,5; 3 м от дна) и со дна. На мелких водотоках пробы отбираются на стрежне реки с глубины 0,2 м. Объем одной пробы около 5 л. Смешанные пробы представляют средние данные о составе воды. Пробы

отбираются вручную или автоматически. Для глубинных проб используются батометры. Хранят пробы в чистой полиэтиленовой или стеклянной посуде, закрытыми резиновыми пробками, в холодильнике при температуре 3-5° .

Опробование снежного покрова производится на всю его мощность. Во второй половине зимы по профилям (2-3 профиля на один лист съемки), ориентированных по направлению розы ветров, или по сети опробования берутся пробы из снегового шурфа. Пробы отбираются с учетом элементов рельефа: на водоразделах, склонах, террасах, поймах рек, вблизи лесозащитных полос; на участках газопылевых выбросов сеть опробования сгущается. В точке наблюдения определяется мощность снега, плотность при помощи снегомера, описывается рельеф, растительность и степень загрязнения снега. Для получения 3 - 4 литров оттаявшей воды необходимо 5 - 7 кг снега. Одно десятилитровое ведро снега соответствует приблизительно 3 литрам оттаявшей воды. Оттаивание происходит при комнатной температуре.

Пробы атмосферного воздуха на содержание пыли отбираются воздухоотборниками в основном в местах техногенного загрязнения. Наиболее распространенный метод отбора проб – фильтрование. Продолжительность отбора при определении разовых или среднесуточных концентраций составляет 20-30 минут, при непрерывном отборе – 24 часа.

Для определения концентраций пыли у поверхности земли пробы берутся на высоте от 1,5 до 3,5 м.

Для каждого техногенного объекта устанавливают предельно-допустимый выброс – ПДВ и временно согласованные выбросы – ВСВ.

Пробы растительности отбирают одновременно с пробами почв. Отбирают простые (один вид растения в одной точке) или составные пробы. Исследуются лишайники, мхи, молодые ветви кустарников и деревьев, желательно засохших. При опробовании культурных растений отбираются те части, которые употребляются в пищу. Вес пробы в сыром виде около 1 кг.

Для исследования подземных вод пробы берутся из скважин, родников, реже из колодцев. Количество скважин зависит от масштаба и сложности работ. Например, в масштабе 1:200 000 количество скважин колеблется от 5 до 11 на 1000 км^2 . Из скважин пробы берутся после откачки. При отборе проб, помимо специальных опробователей (типа ОГП, ОПК и др.), используются пробоотборники различных конструкций от простейшего (бутылка с пробкой и грузом на шнуре) до современных, которые обеспечивают отбор проб воды и газа из скважин больших глубин. В процессе отбора пробы фильтруются и тут же проводятся химико-аналитические исследования.

Опробование техногенных пород осуществляется в основном скоростными методами по профилям, проходящим через эти отложения от источника к границам зоны их влияния. Радиометрические определения (пешеходные) производятся во время маршрутов на высоте 1 м от поверхности земли. Наблюдения ведутся на площадке 5х5 м по углам и в центре, берется средний результат.

При радиогеохимических наблюдениях исследуются поверхность и разрез по каждому литологическому горизонту. Проба грунта отбирается при помощи металлического цилиндра диаметром 14 см и высотой 5 см. Образцы запаковываются в полиэтиленовые пакеты.

Пробы из шурфов (глубиной 0,7 - 1,0 м) отбираются послойно снизу вверх бороздовым методом. Глубина борозды 5-7 см. Мощность опробованных слоев 2-5 см, ближе к поверхности она уменьшается.

Пробы воды берутся с помощью концентратора объемом 100-120 л. Перед отбором все оборудование промывают подкисленной водой (pH < 3). В концентратор с водой добавляют растворы солей и растворы, вызывающие выпадение осадка (феррицианиды, сода, щелочи, соли меди, никеля). Через некоторое время выпадает окрашенный осадок. Он сливается в канистры, доставляется на полевую базу. Через 1-2 суток, когда объем раствора, сократится до 1 литра, можно проводить гамма-спектрометрические исследования [12].

При поиске, разведке и разработке месторождений документируются нарушения рельефа, растительности, почв, экзогенные геологические процессы; оцениваются нарушения технологии производства: утечки загрязненных вод, места их сбросов, наличие свалок и т. д.; определяется площадь загрязнения, возможные пути миграции поллютантов; изучаются техногенные породы.

В районах, прилегающих к техногенным объектам, в том числе к месторождениям, кроме сетевого опробования применяют метод створов или радиально-лучевой метод. От объекта по преобладающему направлению розы ветров закладывается створ на расстоянии до 100 км с шагом опробования 0,5; 1,2 до 10 км, далее через 2-5 км в зависимости от масштаба до 30 км, далее с шагом 10 км. В противоположную сторону пробы отбираются через 0,5; 1, 2, 4, 10 км. Перпендикулярно к основному закладывается поперечный створ с шагом опробования 0,5; 1, 2, 4, 10 км.

Пробы почв и почвообразующих пород отбирают из шурфов с интервалом для первых 0-2, 2-5, 5-10 см и далее через 10 см, для вторых – через 20 см (но не менее трех образцов). Пробы подстилающих пород берутся из шурфов и скважин из каждого литологического горизонта, но не реже чем 0,5 м, а глубже 10 м – через 1 метр и с контактов пород [12]. При радиально-лучевом методе (отбор проб по трансектам) профили закладываются под разными углами к направлениям господствующих ветров, учитывая формы рельефа. Их протяженность колеблется от 1 до 100 км. Пробы отбираются через определённые интервалы, которые увеличиваются по мере удаления от объекта.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по дисциплине:

Б1.В.09 ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
«Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях»

Автор: Потапов В.Я. профессор, д.т.н., Потапов В.В. доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 01.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задача курсовой работы…….. 3

Выбор задания……..…….6

1. Общие методические рекомендации по выполнению и оформлению курсовой работы ….……..… 6
2. Методические рекомендации к проведению расчетов параметров горения и взрыва……..... .6
3. Расчет параметров горения и взрыва……..10
4. Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении…….……28

Библиографический список…….……33

Приложение…….……..34

Цель и задача курсовой работы

Целью курсовой работы по дисциплине «Теория горения и взрыва», является заложить фундамент научных представлений о горении и взрыве, дать ключ глубокому пониманию этих явлений.

В курсовой работе студентам предлагается теоретически на основании расчетных методов определить параметры горения и взрыва выбранного горючего вещества, охарактеризовать его пожаровзрывоопасные свойства и сравнить полученные значения с показателями пожарной опасности, имеющимися в справочной литературе. Определить условия образования наиболее взрывоопасной паровоздушной смеси, определить параметры взрыва и рассчитать количество флегматизатора, необходимого для предотвращения взрыва такой смеси.

Выбор задания

Номер варианта задания выбирается по последним двум цифрам номера зачетной книжки.

Задание на выполнение курсовой работы

1. Для вещества А (выбрать из табл. 1 в соответствии с номером варианта задания) рассчитать следующие параметры горения и взрыва:

- адиабатическую температуру горения ($T_{ад}$);
- температуру взрыва ($T_{взр}$);
- концентрационные пределы распространения пламени (КПР);
- минимальную флегматизирующую концентрацию азота (МФК);
- концентрацию горючего в точке флегматизации;
- зависимость КПР от концентрации флегматизатора;
- минимально взрывоопасное содержание кислорода (МВСК);
- температурные пределы распространения пламени (ТПР);
- температуру самовоспламенения ($T_{св}$);
- максимальное давление взрыва (P_{max});
- тротиловый эквивалент вещества ($\eta_{ТНТ}$).

2. Найти в справочной литературе или в Интернете пожаровзрывоопасные характеристики вещества А и сравнить их с полученными расчетными значениями. Сделать выводы.

3. Для помещений заданных размеров **axbxh** (выбрать в табл. 1 в соответствии с номером варианта задания) определить:

- какое количество вещества А (кг) должно испариться в этом помещении, чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь,
- тротиловый эквивалент взрыва этой паровоздушной смеси,

- безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны взрыва,

- минимальное количество диоксида углерода (кг), которое потребуется для предотвращения взрыва в этом помещении.

При расчетах принять, что пары вещества равномерно распределены по помещению и помещение относительно герметично. Давление и температуру в помещении считать нормальными.

Таблица 1 - Варианты заданий по курсовой работе

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, ^{o}C	Размеры помещения $axbxh$,м
1	амилбензол	$C_{11}H_{16}$	202,0	4,0x3,5x3,0
2	трет-амиловый спирт	$C_5H_{12}O$	102,3	5,0x4,0x2,5
3	трет-бутилбензол	C_{10} H_{14}	168,0	4,5x4,0x3,0
4	2,2-диметилбутан	C_6 H_{14}	49,7	5,5x4,0x3,0
5	2,4-диметилгексан	C_8 H_{18}	109,4	6,0x4,5x3,0
6	3,3-диметилгептан	C_9 H_{20}	137,0	7,0x5,0x3,5
7	2,6-диметил-4-гептанол	C9 $H_{20}O$	176,5	6,5x4,0x3,0
8	4,5-диметилоктан	C_{10} H_{22}	162,1	7,5x5,0x4,0
9	2,2-диметилпентан	C_7 H_{16}	79,2	8,0x5,5x4,0
10	2,4-диметил-3-пентанол	C_7 $H_{16}O$	138,7	8,5x5,0x4,0
11	2,4-диметил-3-этилпентан	C_9 H_{20}	136,7	7,5x4,0x4,0
12	1,4-диэтилбензол	C_{10} H_{14}	183,8	8,0x5,0x3,5
13	3,5-диэтилтолуол	C_{11} H_{16}	201 ,0	9,0x5,5x4,0
14	втор-изоамиловый спирт	C_5 $H_{12}O$	112,0	9,5x5,0x4,0
15	изобутиловый спирт	C_4 $H_{10}O$	107,8	6,5x6,0x4,0
16	изогексиловый спирт	C_6 $H_{14}O$	151,6	10,0x6,0x3,5
17	4-изопропилгептан	C_{10} H_{22}	158,0	9,5x6,0x4,0
18	п-ксилол	C_8 H_{10}	138,3	10,0x4,5x3,0
19	2-метил- 1-бутанол	C_5 $H_{12}O$	128,0	6,0x5,0x2,5

Номер варианта	Вещество	Химическая формула	Температура кипения, ^{o}C	Размеры помещения $axbxh$,м
20	3-метилгексан	C_7H_{16}	92,0	8,5x4,0x3,0
21	2-метилгептан	C_8H_{18}	117,6	9,0x6,0x5,5
22	4-метилоктан	C_9H_{20}	142,4	6,53,0x3,0
23	3-метилпентан	C_6H_{14}	63,3	8,0x6,0x4,5
24	4-метил-2-пентанол	$C_6H_{14}O$	133,0	10,5x6,0x5,0
25	3-метил-4-этилгексан	C_9H_{20}	140,6	6,0x4,5x3,0
26	2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	115,6	8,0x5,0x4,0
27	4-метил-2-этилпентанол	$C_8H_{18}O$	177,3	7,0x4,0x3,0
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	232,0	6,0x4,0x3,0
29	пропилбензол	C_9H_{12}	159,0	9,0x5,0x4,0
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10}H_{14}$	204,5	10,0x5,0x4,0

1. Общие методические рекомендации по выполнению и оформлению курсовой работы

1. Курсовую работу выполняют в отдельной тетради или на листах формата А4. На титульном листе должны быть указаны наименование работы, ф.и.о. студента, выполнившего ее, и номер варианта в соответствии с заданием преподавателя.

2. По ходу выполнения работы необходимо давать подробные пояснения к проводимым расчетам. Расчетные формулы сначала записывать в общем виде, а затем подставлять численные значения величин. При использовании справочных данных и табличных значений необходимо указывать в тексте работы, откуда взята та или иная величина.

2. Методические рекомендации к проведению расчетов параметров горения и взрыва

1. Расчет адиабатической температуры горения ($T_{ад}$) проводят методом последовательных приближений, Теплоты образования

исходных горючих веществ, необходимые для расчета низшей теплоты сгорания по закону Гесса приведены в табл. 1 приложения настоящих методических указаний.

2. Аналогичным методом определяют и температуру взрыва ($T_{взр}$).

3. Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) рекомендуется провести по аппроксимационной формуле.

4. Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) рекомендуется воспользоваться уравнением теплового баланса.

5. Проводят расчет концентрации горючего в точке флегматизации.

6. По полученным расчетным значениям КПР, МФК и концентрации горючего в точке флегматизации строят графическую зависимость КПР от концентрации флегматизатора.

7. Рассчитывают минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК).

8. Температурные пределы распространение пламени (ТПР) определяют по расчетным значениям концентрационных пределов. Для установления зависимости давления паров жидкости от температуры необходимо использовать уравнение Антуана. Значения констант в уравнении Антуана приведены в таблице 1 приложения настоящих методических указаний. Обратите внимание, что в этой таблице коэффициенты A, B и *C* приведены для случая, когда давление (P) выражено в кПа, а температура (T) в ^{o}C.

9. Температуру самовоспламенения веществ ($T_{св}$) определяют по длине углеродной цепи. Структурные формулы веществ приводятся в таблице 2 приложения настоящих методических указаний.

10. Рассчитывают максимальное давление взрыва (P_{max}).

11. Определяют тротиловый эквивалент вещества ($\eta_{ТНТ}$).

12. Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества А заносят в таблицу 2.

13. В справочной литературе или в Интернете для вещества А находят известные показатели пожарной опасности вещества и также составляют таблицу 3 справочных значений. Причем здесь необходимо указать, из каких источников взяты эти величины.

Таблица 2 - Расчетные значения параметров горения и взрыва вещества А

Параметр горения и взрыва	Адиабат.температура горения, Тад	Температура взрыва, $T_{взр}$	КПР	МФК (N_2)	МВСК	ТПР, К	Температура самовоспл., $T_{св}$	Давление взрыва, $P_{взр}^{max}$	Тротиловый эквивалент вещества, $\eta_{ТНТ}$
Значение параметра									

Таблица 3 - Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

Показатель пожарной опасности	$T_{всп}$	$T_{св}$	Миним. флегм. конц. азота	МВСК	Тепл. образов.	Тепл. сгор.	Плотность:
Значение показателя							

14. На основании анализа параметров горения и взрыва вещества А и сравнения расчетных и экспериментальных значений делают вывод о пожарной опасности вещества и погрешности расчетных методик.

15. Количество вещества (кг), которое должно испариться в помещении размерами **axbxh** чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, находят из условия образования в помещении паровоздушной смеси стехиометрического состава. Для этого из уравнения материального баланса горения находят стехиометрическую концентрацию вещества А. По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находят объем паров вещества А. Зная объем паров, рассчитывают их массу, воспользовавшись понятием киломоля вещества (для справки: масса одного киломоля вещества численно равна молекулярной массе в кг, объем одного киломоля вещества в газообразном состоянии при нормальных условиях равен 22,4 м).

16. Рассчитывают тротиловый эквивалент взрыва ($М_{ТНТ}$) парогазовой смеси в помещении.

17. Находят размер безопасной зоны ($К_{без}$) по действию давления воздушной ударной волны.

18. Для определения количества диоксида углерода ($М_{С02}$ в кг), необходимого для предотвращения взрыва в помещении, находят его минимальную флегматизирующую концентрацию как в пункте 4, затем его объем и массу.

19. Результаты расчетов, выполненных по пунктам 14-17, оформляются в виде таблицы (табл. 4).

Таблица 4 - Параметры взрыва паровоздушной смеси вещества в помещении объем V

Расчетные параметры	Наибольшая взрывоопасная концентрация вещества А в паровоздушной смеси, $\varphi_{стех}$ %(об.)	Количество вещества, создающее наиболее взрывоопасную паровоздушную смесь в помещении m, кг	Тротильный эквивалент взрыва, $M_{ТНТ}$	Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны $R_{без}$,м	Количество необходимого CO_2 для предотвращения взрыва $M_{CO2,}$ кг
Численные значения параметров					

20. В конце работы формулируются общие выводы по курсовой работе и указывается использованная литература.

3. Расчет параметров горения и взрыва

3.1. Для определения адиабатической температуры горения необходимо знать объем продуктов горения и количество теплоты, выделившееся при сгорании вещества. Объем продуктов горения находят из уравнения материального баланса, а теплоту сгорания вещества по закону Гесса. Расчет адиабатической температуры горения проводят методом последовательных приближений, используя зависимость теплосодержания продуктов горения от температуры.

Уравнение материального баланса позволяет рассчитывать количество воздуха, необходимое для горения любого горючего вещества и количество образующихся продуктов горения.

Минимальное количество воздуха, необходимое для полного сгорания единицы количества (кг, кмоль, $м^3$) горючего вещества, называется теоретическим количеством воздуха $V_в^0$.

Запишем уравнение материального баланса горения 1,2,3,4-тетраметилбензола

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

В общем виде формула для расчета количества воздуха:

$$V_в^0 = \frac{n_{O_2} + n_{N_2}}{n_г} \quad (1)$$

где n_{O_2}, n_{N_2}, $n_г$ - число кмолей кислорода, азота и горючего вещества в уравнении материального баланса, кмоль.

А для расчета объема продуктов горения:

$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_г}, V_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_г} \text{ и } V_{N_2}^0 = \frac{n_{N_2}}{n_г}, \quad (2)$$

где n_{CO_2}, n_{N_2}, n_{H_2O} - количество кмолей веществ в правой части уравнения материального баланса,

$V_{N_2}^0$- объем азота из воздуха, участвовавшего в горении, кмоль/кмоль.

Общий объем продуктов горения определяется по формуле:

$$V_{пг}^0 = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2}^0 \quad (3)$$

Подставив значения получаем

$$V_в^0 = \frac{13{,}5 + 13{,}5 \times 3{,}76}{1} = 64{,}26$$

$$V_{CO_2} = \frac{10}{1} = 10$$

$$V_{H_2O} = \frac{7}{1} = 7$$

$$V_{N_2}^0 = \frac{13.5 \times 3.76}{1} = 50.76$$

Общий объем продуктов горения

$$V_{пг}^0 = 10 + 7 + 50{,}76 = 67{,}76$$

При расчетах температуры горения пользуются величиной Q_n так как при температуре горения вода находится в газообразном состоянии. Значения низшей теплоты сгорания вещества (тепловой эффект химической реакции) приводится в справочной литературе.

Эта величина может быть рассчитана по закону Гесса, который говорит о том, что тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплоты образования продуктов реакции и теплоты образования исходных веществ:

$$Q_н = \left(\sum \Delta H^0_{fi} \cdot n_i\right)_{прод} - \left(\sum \Delta H^0_{fi} \cdot n_i\right)_{исх}, \qquad (4)$$

где ΔH^0_{fi} - теплота образования *i*-того вещества,

n_i - количество молей i-го вещества.

Теплота образования сложного вещества равна количеству теплоты, выделившейся при его образовании из простых веществ. Теплота образования простого вещества, молекулы которого состоят из атомов одного элемента, например, N_2, O_2, H_2, S, C) принимается равной нулю.

При сгорании 1,2,3,4-тетраметилбензола

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

низшая теплота сгорания, согласно закону Гесса, равна

$$Q_н = \Delta H^0_{fCO_2} \cdot n_{CO_2} + \Delta H^0_{fH_2O} \cdot n_{H_2O} + \Delta H^0_{fN_2} \cdot n_{N_2} -$$

$$\Delta H^0_{fC_{10}H_{14}} \cdot\cdot n_{C_{10}H_{14}} - \Delta H^0_{fO_2} \cdot n_{O_2} - \Delta H^0_{fN_2} \cdot n_{N_2} \qquad (5)$$

Учитывая, что кислород и азот, простые вещества, для них $\Delta H^0_f = 0$

$$Q_н = \Delta H^0_{fCO_2} \cdot n_{CO_2} + \Delta H^0_{fH_2O} \cdot n_{H_2O} + \Delta H^0_{fN_2} \cdot n_{N_2} - \Delta H^0_{fC_{10}H_{14}} \cdot n_{C_{10}H_{14}} \quad (6)$$

Подставляя значения теплоты образования CO_2, H_2O и $C_{10}H_{14}$ из табл. II приложения, окончательно получим

$$Q_н = 396{,}9 \times 10 + 242{,}2 \times 7 - 41{,}9 \times 1 = 5622{,}5 \text{ кДж/моль}$$

Под температурой горения понимают максимальную температуру, до которой нагреваются продукты горения. Принято различать адиабатическую температуру горения, рассчитываемую без учета потерь тепла в окружающее пространство, и действительную температуру горения, учитывающую эти

теплопотери. Температура горения зависит от концентрации горючего в горючей смеси. Если горение происходит с избытком воздуха, т.е. при α > 1, то выделившееся в результате сгорания тепло частично затрачивается на нагрев этого лишнего воздуха. В горючей смеси с α < 1 из-за недостатка воздуха полное сгорание горючего вещества произойти не может, поэтому и тепловыделение в такой смеси будет неполным. Из этого можно сделать вывод, что максимальная температура горения будет при сгорании стехиометрической смеси, т.е. при α = 1.

Адиабатическую температуру горения вещества находим при условии отсутствия теплопотерь (η = 0) для стехиометрической смеси горючего с воздухом, т. е. при α = 1.

Так как теплопотери отсутствуют, то все выделившееся тепло идет на нагревание продуктов горения. Среднее теплосодержание продуктов горения будет составлять

$$H_{ср} = \frac{Q_н}{\sum V_{пгi}} = \frac{Q_н}{V_{CO_2}+V_{H_2O}+V^0_{N_2}} \qquad (7)$$

$$H_{ср} = \frac{5622,5}{10+7+50,76} = 82,977 \text{ кДж/моль}$$

Воспользовавшись зависимостью теплосодержания газов от температуры (табл. IV приложения), можно установить, какой температуре соответствует такое теплосодержание. Лучше всего это сделать, ориентируясь на азот, так как его больше всего в продуктах горения. Из табл. IV приложения видно, что при температуре 2400°С теплосодержание азота 81,5 кДж/моль. Уточним, сколько потребовалось бы тепла, чтобы нагреть продукты горения до такой температуры.

При T_1 = 2400 °С

$$Q_1 = H_{CO_2} \cdot V_{CO_2} + H_{H_2O} \cdot V_{H_2O} + H_{N_2} \cdot V^0_{N_2}, \qquad (8)$$

подставляя численные значения теплосодержаний этих газов из табл. IV приложения, получим

$$Q_1 = 133 \cdot 10 + 109{,}6 \cdot 7 + 81{,}5 \cdot 5{,}76 = 6234{,}14 \text{ кДж/моль}$$

Но это больше, чем выделилось тепла в результате реакции горения

$$Q_1 > Q_н$$

Поэтому можно сказать, что температура горения меньше, чем 2400 °С. Определим, сколько тепла потребуется для нагревания продуктов горения до 2300 °С.

При $T_2 = 2300$ °С

$$Q_2 = 126{,}9 \cdot 10 + 104{,}2 \cdot 7 + 77{,}8 \cdot 50{,}76 = 5947{,}528 \text{ кДж/моль}$$

H_o и $Q_2 > Q_н$, значит $T_г < 2300$ °С.

Сделаем следующий шаг (в этом и состоит суть метода последовательных приближений), выберем $T_3 = 2200$ °С, при этой температуре

$$Q_3 = 120{,}8 \cdot 10 + 98{,}8 \cdot 7 + 74{,}1 \cdot 50{,}76 = 5660{,}916 \text{ кДж/моль}$$

Это совсем немного больше, чем $Q_н'$

При $T_4 = 2100$ °С

$$Q_4 = 114{,}7 \cdot 10 + 93{,}4 \cdot 7 + 70{,}4 \cdot 50{,}76 = 5374{,}304 \text{ кДж/моль}$$

Q_4 уже меньше, чем $Q_н$, из этого можно сделать вывод, что температура горения имеет значение между 2100°С и 2200°С. Уточним эту температуру линейной интерполяцией между двумя этими ближайшими значениями

$$T_г^{ад} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4}(Q_н - Q_4) \qquad (9)$$

$$T_г^{ад} = 2100 + \frac{2200-2100}{5660{,}916-5374{,}304}(5622{,}5 - 5374{,}304) = 2186{,}596\ ^0\text{С} = 2459{,}596 \text{ К}$$

3.2. Температуру взрыва находят тем же методом последовательных приближений, только в этом случае используют

зависимость внутренней энергии продуктов горения (взрыва) от температуры.

Принципиальное различие между горением и взрывом заключается в скорости процесса. При взрыве химическое превращение происходит настолько быстро, что все выделившееся тепло остается в системе, а образовавшиеся продукты не успевают расшириться, т.е. процесс взрыва является адиабатическим и изохорным (V = const). Количество теплоты, выделившееся при взрыве, примерно равно низшей теплоте сгорания вещества. Температура взрыва значительно выше адиабатической температуры горения, так как при горении часть тепла, выделившегося при химическом превращении, затрачивается на совершение работы расширения газа, а при взрыве все выделившееся тепло расходуется только на увеличение внутренней энергии системы.

Температуру взрыва находят при условии отсутствия теплопотерь (η = 0).

Так как процесс взрыва адиабатно - изохорный (теплопотери отсутствуют, и нагревание продуктов происходит без расширения газовой смеси), все выделившееся тепло расходуется на увеличение внутренней энергии системы. Среднее значение внутренней энергии продуктов взрыва составит

$$U_{ср} = \frac{Q_н}{\sum V_{пгi}} \qquad (10)$$

$$U_{ср} = \frac{5622,5}{67,76} = 82,98 \text{ кДЖ/моль}$$

Воспользовавшись зависимостью внутренней энергии газов от температуры (табл. V приложения), можно установить, какой температуре соответствует такое значение внутренней энергии. Сделаем это по азоту, так как его больше всего в продуктах взрыва. Из табл. V приложения следует, что при температуре 3000К

внутренняя энергия 1 моля азота составляет 78,9 кДж/моль. Проверим расчетом, какое количество тепла требуется для того, чтобы продукты взрыва нагреть до этой температуры.

При T_1 = 3000 ^oC

$$Q_1 = U_{CO_2} \cdot V_{CO_2} + U_{H_2O} \cdot V_{H_2O} + U_{N_2} \cdot V_{N_2}^0 \qquad (11)$$

подставляя численные значения внутренней энергии для этих газов из таблицы V приложения, получим

$$Q_1 = 145 \cdot 10 + 116{,}3 \cdot 7 + 78{,}9 \cdot 50{,}76 = 6269{,}064 \text{ кДЖ/моль}$$

Это больше той энергии, которая выделилась при взрыве. Поэтому выберем следующее более низкое значение температуры T_2 = 2900 ^oC и определим, какое количество тепла при этой температуре будут содержать продукты взрыва.

$$Q_2 = 139{,}7 \cdot 10 + 111{,}7 \cdot 7 + 76{,}4 \cdot 50{,}76 = 6056{,}964 \text{ кДЖ/моль}$$

Это тоже больше, чем количество тепла, выделившегося при взрыве и означает, что температура взрыва ниже этого значения. Рассчитаем, какое количество тепла содержат продукты взрыва при температуре ТЗ = 2800 ^oC.

$$Q_3 = 134{,}2 \cdot 10 + 107 \cdot 7 + 73{,}1 \cdot 50{,}76 = 5801{,}556 \text{ кДЖ/моль}$$

Это немного больше, чем количество тепла, выделившегося при взрыве и означает, что температура взрыва ниже этого значения. Рассчитаем, какое количество тепла содержат продукты взрыва при температуре T_4 = 2700 ^oC.

$$Q_4 = 128{,}9 \cdot 10 + 102{,}4 \cdot 7 + 70{,}2 \cdot 50{,}76 = 5569{,}152 \text{ кДЖ/моль}$$

Это значение уже меньше, чем $Q_н$ на этом основании можно сделать вывод, что температура взрыва находится между значениями T_4 = 2700^{o}C и T_3 = 2800^{o}C. Уточним значение температуры взрыва методом линейной интерполяции

$$T_{взр} = T_4 + \frac{T_3 - T_4}{Q_3 - Q_4}(Q_н - Q_4) \qquad (12)$$

$$T_{взр} = 2700 + \frac{2800 - 2700}{5801{,}556 - 5569{,}152}(5622{,}5 - 5569{,}152)2722{,}955 \quad {}^0C$$
$$= 2995{,}95 \text{ К}$$

Если сравнить полученное значение температуры взрыва с адиабатической температурой горения, можно придти к выводу, что температура взрыва примерно на 500 К выше адиабатической температуры горения. Таким образом, химическое превращение, протекающее в форме взрыва (изохорно-адиабатический процесс), происходит со значительно большим разогревом.

3.3. Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) и стехиометрическая концентрация

Газовая смесь горючего с окислителем способна воспламеняться и распространять пламя только при определенных концентрациях горючего. Минимальная концентрация горючего, при которой смесь способна воспламеняться и распространять пламя, называется нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР), а максимальная концентрация горючего – верхним концентрационным пределом распространения пламени (ВКПР). При концентрациях горючего ниже НКПР и выше ВКПР его смеси с воздухом негорючи. Например, для метана CH_4 концентрационные пределы распространения пламени составляют НКПР –5 об. %, а ВКПР – 15 об. % (см. табл. X приложения), для аммиака NH_3 НКПР – 15 об. %, а ВКПР – 28 об. %. Скорость распространения пламени и его температура минимальны в предельных смесях, т.е. при концентрациях горючего, равных НКПР и ВКПР. Максимальные значения скорости и температуры пламени, как правило, имеют смеси стехиометрического состава. Поэтому эти смеси наиболее пожаровзрывоопасны. Концентрацию горючего в стехиометрической

смеси рассчитывают по уравнению материального баланса процесса горения.

Значения как нижнего, так и верхнего концентрационных пределов распространения пламени (КПР) можно рассчитать по аппроксимационной формуле.

$$\varphi_{н(в)} = \frac{100}{an+b}, \quad (13)$$

где *n* - число молей кислорода, необходимое для полного сгорания одного моля горючего вещества, находят из уравнения реакции горения (стехиометрический коэффициент при кислороде);

a и *b* - константы, имеющие определенные значения для нижнего и верхнего пределов в зависимости от значения n (Таблица 5) .

Для расчета необходимо знать число молей кислорода, необходимое для полного сгорания 1 моля 1,2,3,4-тетраметилбензола

Запишем уравнение горения

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

Из уравнения видно, что $n = 13{,}5$

Таблица 5- Величины *a* и *b* для расчета КПР

Область применения	***a***	***b***
Для вычисления нижнего предела	8,684	4,679
Для вычисления верхнего предела при $n < 7{,}5$ при $n > 7{,}5$	 1,550 0,768	 0,560 6,554

Рассчитываем нижний концентрационный предел распространения пламени по аппроксимационной формуле, воспользовавшись значениями a и b

$$\varphi_н = \frac{100}{8{,}684 \cdot 13{,}5 + 4{,}679} = 0{,}82\%$$

Аналогично находим верхний концентрационный предел, учитывая, что n > 7,5

$$\varphi_в = \frac{100}{0{,}768 \cdot 13{,}5 + 6{,}554} = 5{,}91\%$$

3.4. Концентрационная область распространения пламени горючей смеси сужается при введении негорючих компонентов. Изменение концентрационных пределов зависит от природы и концентрации негорючего вещества, используемого в качестве флегматизатора.

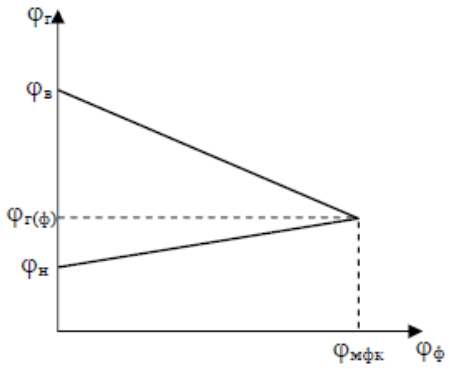


Рис. 1- Зависимость концентрационных пределов распространения пламени от концентрации флегматизатора в газовоздушной смеси.

Чаще всего в качестве флегматизаторов используют нейтральные газы (нереагирующие в пламени), такие, как углекислый газ CO_2, азот N_2, водяной пар H_2O. При увеличении концентрации флегматизатора в горючей смеси верхний концентрационный предел уменьшается, а нижний, как правило, незначительно увеличивается. При некоторой определенной для каждого флегматизатора концентрации нижний и верхний концентрационные пределы смыкаются (рис. 1). Эта точка называется экстремальной точкой области распространения пламени или точкой флегматизации. Концентрация флегматизатора, при которой происходит смыкание нижнего и верхнего концентрационных пределов, называется

минимальной флегматизирующей концентрацией (МФК). По сути, это минимальное количество флегматизатора, которое необходимо ввести в газовоздушную смесь стехиометрического состава, чтобы сделать ее негорючей. Речь идет о стехиометрической смеси, так как она наиболее пожаровзрывоопасна. Минимальную флегматизирующую концентрацию можно рассчитать, если исходить из того, что адиабатическая температура горения смеси стехиометрического состава не может быть меньше 1500 К.

Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) азота в паровоздушной смеси используют уравнение теплового баланса и понятие предельной адиабатической температуры горения.

МФК найдем из условия предельной адиабатической температуры горения стехиометрической метановоздушной смеси, формула 14, где $T_г$ = 1500 К:

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \sum \mathbf{c_{pi} \cdot V_{пгi}}}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{рф}}} \qquad (14)$$

где $c_{рф}$ - среднее значение теплоемкости флегматизатора при постоянном давлении для температурного интервала 273-1500 К.

Поскольку при этих условиях сгорание идет в основном с образованием CO, определим низшую теплоту сгорания 1,2,3,4-тетраметилбензола для такого случая.

Запишем химическое уравнение горения

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 = 10CO + 7H_2O$$

Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

$$Q_н = \Delta H^0_{fCO} \cdot n_{CO} + \Delta H^0_{fH_2O} \cdot n_{H_2O} - H^0_{fC_{10}H_{14}} \cdot n_{C_{10}H_{14}} \qquad (15)$$

Подставляя значения теплот образования, взятых из табл. II приложения, получим

$$Q_н = 112{,}7 \cdot 10 + 242{,}2 \cdot 7 - 41{,}9 \cdot 1 = 2780{,}5 \text{ кДж/моль}$$

Теперь составим уравнение материального баланса процесса горения метана, включив в него и флегматизатор N_2

$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф N_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф N_2$

где $n_ф$ - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_ф = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \left[\mathbf{c_{pCO}} \cdot \mathbf{V_{CO}} + c_{pH_2O} \cdot V_{H_2O} + c_{p\mathbf{N_2}} \cdot \mathbf{V_{N_2}^0}\right]}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot c_{p\mathbf{N_2}}} \quad (16)$$

Из правой части уравнения материального баланса видно, что объем продуктов горения

$$\mathbf{V_{CO}} = \mathbf{10} \text{ моль/моль}$$

$$V_{H_2O} = \mathbf{7} \text{ моль/моль}$$

$$\mathbf{V_{N_2}^0} = 31{,}96 \text{ моль/моль}$$

Подставляя значения $O_н$, $T_г$ = 1500 К, $Cp_{пгi}$; взятые из табл. 1 на стр. 16 методических указаний, получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{2780{,}5} - (\mathbf{1500} - \mathbf{273}) \cdot \left[\mathbf{3{,}37 \cdot 10^{-2} \cdot 10 + 3{,}98 \cdot 10^{-2} \cdot 7 + 3{,}18 \cdot 10^{-2} \cdot 31{,}96}\right]}{(\mathbf{1500} - \mathbf{273}) \cdot \mathbf{3{,}18 \cdot 10^{-2}}} =$$

=19,94моль/моль

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава

$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 19{,}94N_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 19{,}94N_2$

В исходной горючей смеси (левая часть уравнения) на 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола приходится n_{O_2} = 8,5 моль кислорода, n_{N_2} = 8,5·3,76 моль азота и $n_{ф(N_2)}$ 19,94 моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация азота будет равна

$$\varphi_{мфк} = \frac{n_ф \cdot 100}{n_г + n_{O_2} + n_{N_2} + n_ф} \quad (17)$$

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{19{,}94 \cdot 100}{1 + 8{,}5 + 31{,}96 + 19{,}94} = 32{,}48\%$$

3.5. Концентрацию горючего в точке флегматизации находят по формуле

$$\varphi_{\text{г}(\text{ф})} = \frac{n_{\text{г}} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\text{ф}}} \quad (18)$$

$$\varphi_{\text{г}(\text{ф})} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 8{,}5 + 31{,}96 + 19{,}94} = 1{,}63\%$$

3.6. По полученным расчетным значениям КПР, МФК и концентрации горючего в точке флегматизации строим графическую зависимость концентрационных пределов распространения пламени от концентрации флегматизатора.

3.7. Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) рассчитывают по формуле

$$\varphi_{O_{2}(\text{ф})} = \frac{n_{O_2} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\text{ф}}} \quad (19)$$

$$\varphi_{O_{2}(\text{ф})} = \frac{8{,}5 \cdot 100}{1 + 8{,}5 + 31{,}96 + 19{,}94} = 13{,}84\%$$

3.8. Температурные пределы распространения пламени (ТПР).

Температурными пределами распространения характеризуют пожарную опасность жидких горючих веществ. Нижний температурный предел распространения (НТПР) – это температура жидкости, при которой концентрация насыщенных паров над ее поверхностью равна НКПР. Аналогично при верхнем температурном пределе распространения пламени (ВТПР) концентрация насыщенных паров жидкости равна ВКПР. Из этого следует, что если для горючего вещества известны КПР, то по зависимости

давления насыщенного пара от температуры могут быть найдены температурные пределы.

Температурные пределы распространения пламени (ТПР) определим по расчетным значениям концентрационных пределов. Для установления зависимости давления паров жидкости от температуры необходимо использовать уравнение Антуана. Значения констант в уравнении Антуана приведены в табл. III приложения методических указаний.

Нижний концентрационный предел распространения $0{,}82\%$

Определяем, какому давлению насыщенного пара соответствует значение нижнего концентрационного предела

$$\mathrm{P_н} = \frac{\varphi_н \cdot \mathrm{P_0}}{100}, \quad (20)$$

где P_0 - атмосферное давление (общее давление паровоздушной смеси).

$$\mathrm{P_н} = \frac{0{,}82 \cdot 101{,}3}{100} = 0{,}83066\text{кПа}$$

Для нахождения значения НТПР ($T_н$) по известной величине $P_н$ можно, воспользоваться уравнением Антуана, выражающим зависимость давления насыщенного пара от температуры жидкости.

$$\log_{10} \mathrm{P} = \mathrm{A} - \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{C}+t} \quad (21)$$

$$\mathrm{t} = \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}-\log_{10} \mathrm{P}} - \mathrm{C} \quad (22)$$

Для 1,2,3,4-тетраметилбензола

A=6,24188

B=1693,156

C=195,234

Подставляя численные значения в уравнение, получим:

$$t_n = \frac{1693{,}156}{6{,}24188 - \log_{10} 0{,}83066} 195{,}234 = 72{,}566\ ^0\text{C} = 345{,}566\ \text{К}$$

Аналогично находим значение ВТПР ($T_в$)

$$P_в = \frac{\varphi_в \cdot P_0}{100} \qquad (23)$$

$$P_в = \frac{5{,}91 \cdot 101{,}3}{100} = 5{,}98683\ \text{кПа}$$

$$t_в = \frac{1693{,}156}{6{,}24188 - \log_{10} 5{,}98683} 195{,}234 = 114{,}59\ ^0\text{C} = 387{,}59\ \text{К}$$

3.9. Температура самовоспламенения Тсв.

Установлено, что в пределах гомологического ряда величина Тсв является функцией длины углеродной цепи в молекуле. Чем длиннее цепь, тем ниже температура самовоспламенения. Метод расчета Тсв основан на эмпирической зависимости Тсв от средней длины углеродной цепи.

Метод пригоден для расчета Тсв алифатических углеводородов, алифатических спиртов и ароматических углеводородов.

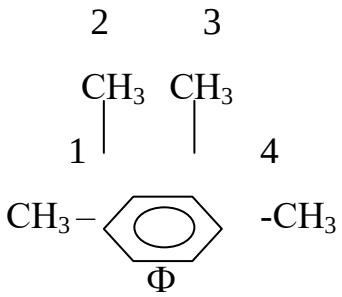
Задача состоит в том, чтобы по структурной формуле химического соединения найти для него среднюю длину углеродных цепей.

Углеродная цепь – это цепочка атомов углерода от одного конца молекулы до другого.

Длина цепи – это число атомов углерода в такой цепи.

Температуру самовоспламенения веществ (Тсв) определяют по средней длине углеродной цепи. Структурная формула вещества приведена в табл. VI приложения методических указаний.

Записываем структурную формулу соединения 1,2,3,4-тетраметилбензол и вводим обозначения



В молекуле химического соединения со сложной структурой бывает трудно сразу найти все углеродные цепи. Поэтому для определения числа цепей используют формулу (24).

При определении длины углеродных цепей в молекуле алифатического спирта необходимо учитывать следующее правило. Гидроксильная группа в углеродной цепи увеличивает ее длину на единицу.

При определении числа цепей и их длины в молекуле ароматического соединения следует иметь в виду следующие правила:

1. Фенил (бензольное кольцо), находящийся внутри углеродной цепи, считается и как концевой.

2. При определении углеродной цепи атомы углерода в бензольном кольце в расчет не принимаются.

3. Фенил, находящийся в углеродной цепи, укорачивает ее на единицу.

В молекуле соединения 1,2,3,4-тетраметилбензола четыре концевые метильные группы –СН3 и одна – фенил, т.е. M_p=5

$$m = \frac{M_p(M_p-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10 \qquad (24)$$

В этом соединении согласно правилу концевым необходимо считать и фенил. В этом случае углеродные цепи будут заканчиваться не только на метильных группах -CH_3, но и на

бензольном кольце. Составим таблицу, в которую внесем углеродные цепи и их длину.

Углеродная цепь m_i	1-2	1-3	1-4	1-Ф	2-Ф	3-Ф	4-Ф	2-4	3-4	2-3
Длина цепи	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

При определении длины цепи атомы углерода, имеющиеся в бензольном кольце, в расчет не принимаются. У углеродных цепей, которые имеют в своем составе фенил как в середине, так и в конце цепи, длина цепи на единицу меньше, чем число атомов углерода.

Рассчитаем среднюю длину углеродных цепей

$$l_{ср}=\frac{6\cdot1+4\cdot0}{10}=0,6$$

По табл. IX приложения к методическим указаниям найдем $T_{св}$ ароматического соединения с соответствующей длиной цепи $T_{св}$ = 723К = 450°С.

3.10. Максимальное давление взрыва$P_{взр}^{max}$ рассчитываем по формуле, в которой используют полученное ранее значение температуры взрыва

$$P_{взр}^{max}=P_0\cdot\frac{T_{взр}\cdot n_{пг}}{T_0\cdot n_c} \qquad (25)$$

где P_0, T_0 и n_c - давление, температура и количество молей горючей смеси до взрыва; $T_{взр}$ и $n_{пг}$- температура взрыва и количество молей продуктов горения. Считаем, что исходная смесь до взрыва находилась при нормальных условиях (*T_0 = 273 К, P_0 = 101,3 кПа).

Запишем уравнение материального баланса процесса горения 1,2,3,4-тетраметилбензола в воздухе

$C_{10}H_{14} + 13,5O_2 + 13,5\cdot3,76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13,5\cdot3,76\ N_2$

По уравнению определим количество молей газовой смеси до взрыва $n_с$ и после взрыва $n_{пг}$

$$n_с = n_г + n_{O_2} + n_{N_2} \quad (26)$$

$$n_с = 1 + 13{,}5 + 13{,}5 \cdot 3{,}76 = 65{,}26 \text{ моль}$$

$$n_{пг} = n_{CO_2} + n_{H_2O} + n_{N_2} \quad (27)$$

$$n_{пг} = 10 + 7 + 13{,}5 \cdot 3{,}76 = 67{,}76 \text{ моль}$$

Подставляя значения величин, получим

$$P_{взр}^{max} = 101{,}3 \cdot \frac{2995{,}95 \cdot 67{,}76}{273 \cdot 65{,}26} = 1154{,}27 \text{кПа}$$

Избыточное давление взрыва

$$\Delta P_{взр} = P_{взр}^{max} - P_0 \quad (28)$$

$$\Delta P_{взр} = 1154{,}27 - 101{,}3 = 1052{,}97 \text{ кПа}$$

3.11. Тротиловый эквивалент вещества $\eta_{ТНТ}$ определяют по формуле

$$\eta_{ТНТ} = \frac{Q_н}{Q_{ТНТ}} \quad (29)$$

Для оценки мощности взрыва используется понятие тротилового эквивалента. Известно, что при взрыве 1 кг тротила (тринитротолуола - ТНТ) выделяется энергия, равная $Q_{ТНТ}$ = 4,1940 кДж/кг. Исходя из этого, мощность любого взрыва можно условно характеризовать количеством тротила, которое может произвести во взрыве выделение такого же количества энергии.

$Q_н = 5622{,}5$ кДж/моль. Учитывая, что масса 1 моля 1,2,3,4-тетраметилбензола равна $134{,}24 \cdot 10^{-3}$ кг/моль,

$$Q_н = \frac{5622{,}5}{134{,}24 \cdot 10^{-3}} = 41{,}88 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг}$$

$$\eta_{ТНТ} = \frac{41{,}88 \cdot 10^3}{4{,}19 \cdot 10^3} = 9{,}96$$

Сравнение полученных расчетных значений со справочными данными

Все рассчитанные параметры горения и взрыва вещества *А* заносим в таблицу1

Таблица 1-Расчетные значения параметров горения и взрыва вещества А

Параметр горения и взрыва	Адиабат.температура горения, $T_{ад}$	Температура взрыва, $T_{взр}$	КПР	МФК (N_2)	МВСК	ТПР, К	Температура самовоспл., $T_{св}$	Давление взрыва, $P^{max}_{взр}$	Тротиловый эквивалент вещества, $\eta_{тнт}$
Значение параметра	2459,596 К	2995,95 К	0,82% 5,91 %	32,48%	13,84%	345,566 387,59	723 К 450°С.	1154,27 кПа	9,96

В справочной литературе и в Интернете для вещества *А* находим известные показатели пожарной опасности вещества и также составляем таблицу справочных значений.

Таблица 2-Справочные значения показателей пожарной опасности вещества А

Показатель пожарной опасности	$T_{всп}$	$T_{св}$	миним. флегм. конц. азота	МВСК	тепл. образов.	тепл. сгор.
Значение показателя	74^0С	425°С	44,8%	11,4% об.	41,9 кДж/моль	5608,9 кДж/моль

На основании анализа параметров горения и взрыва вещества *А* и сравнения расчетных и экспериментальных значений можно сделать вывод о пожарной опасности вещества и погрешности расчетных методик.

4. Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении

4.1. Количество вещества А (в кг), которое должно испариться в помещении размерами a×b×h чтобы в нем создалась наиболее взрывоопасная паровоздушная смесь, находят из условия образования в помещении паровоздушной смеси стехиометрического состава. Для этого из уравнения материального баланса горения находит стехиометрическую концентрацию вещества А.

$C_{10}H_{14} + 13{,}5O_2 + 13{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 10CO_2 + 7H_2O + 13{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2$

Стехиометрическая смесь содержит 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола, 13,5 моль кислорода и 13,5·3,76 моль азота. Концентрация горючего в такой смеси

$$\varphi_{стех} = \frac{n_{C_{10}H_{14}} \cdot 100}{n_{C_{10}H_{14}} + n_{O_2} + n_{N_2}} \qquad (30)$$

$$\varphi_{стех} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 13{,}5 + 13{,}5 \cdot 3{,}76} = 1{,}53\%$$

По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находим объем паров вещества А.

$$V_{пар}^{в-ва} = \frac{V_{пом} \cdot \varphi_{стех}}{100} \qquad (31)$$

$$V_{пар}^{в-ва} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 1{,}53}{100} = 3{,}06\ м^3$$

Зная объем паров, рассчитывает их массу, воспользовавшись понятием киломоля вещества.

1 *моль вещества* — количество вещества в граммах, масса которого численно равна молекулярной массе.

В связи с тем, что масса 1 моля вещества численно равна его молекулярной массе, то в 1 моле любого вещества содержится

одинаковое количество молекул. Оно составляет $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул/моль (число Авогадро). Поэтому в газообразном состоянии 1 моль любого вещества при нормальных условиях занимает один и тот же объем, равный 22,4 л. Таким образом, объем 1 моля любого газа при $T_0 = 273$ К и $P_0 = 1{,}013 \cdot 105$ Па составляет 22,4 л/моль или 22,4·10-3 $м^3$/моль. Объем 1 киломоля в тысячу раз больше и равен 22,4 $м^3$ /кмоль.

Объем 1 моля газа можно определить из уравнения состояния (Клапейрона - Менделеева)

$$PV = \frac{m}{M} RT \tag{32}$$

где m - масса вещества, *M* - масса одного моля вещества, $\frac{m}{M}$- число молей вещества, R - универсальная газовая постоянная (R = 8,31 Дж/(моль·К).

Для 1 моля вещества (m/M = 1) объем газа при нормальных условиях составит

$$V_\mu = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{8.31\ Дж/(моль \cdot К) 273К}{0{,}013 \cdot 10^5} = 22{,}4 \cdot 10^3\ м^3/моль$$

Где Дж=Н·м, Па= Н/$м^2$

$$V_{паров} = V_\mu \frac{m}{M} \tag{33}$$

$$MV_{паров} = V_\mu \cdot m \tag{34}$$

$$m = \frac{M \cdot V_{паров}}{V_\mu} \tag{35}$$

$$m = \frac{134.24 \cdot 3.06}{22.4} = 18.34\ кг$$

4.2. Тротиловый эквивалент взрыва (Мтнт) парогазовой смеси в помещении рассчитывают, принимая, что теплота взрыва приблизительно равна низшей теплоте сгорания вещества, а доля

потенциальной энергии перешедшей в кинетическую энергию взрыва (γ) при взрыве паровоздушной смеси в помещении равна 1.

$$M_{ТНТ} = \frac{Q_{взр} \cdot m \cdot \gamma}{Q_{ТНТ}} \quad (36)$$

$$M_{ТНТ} = \frac{41{,}88 \cdot 10^3 \cdot 18{,}34 \cdot 1}{4{,}19 \cdot 10^3} = 183{,}3 \text{ кг тротила}$$

4.3. Размер безопасной зоны ($К_{без}$) по действию давления воздушной ударной волны находят по формуле

$$R_{без} = 15 \cdot \sqrt[3]{M_{ТНТ}} \quad (37)$$

$$R_{без} = 15 \cdot \sqrt[3]{183{,}3} = 85{,}215 \text{ м}$$

4.4. Для определения количества диоксида углерода (M_{CO_2} в кг), необходимого для предотвращения взрыва в помещении, находят его минимальную флегматизирующую концентрацию, а затем его объем и массу.

Для расчета минимальной флегматизирующей концентрации (МФК) диоксида углерода в паровоздушной смеси используют уравнение теплового баланса и понятие предельной адиабатической температуры горения.

МФК найдем из условия предельной адиабатической температуры горения стехиометрической метановоздушной смеси, где $Т_г$ = 1500 К:

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \sum \mathbf{c_{pi} \cdot V_{пгi}}}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{рф}}}, \quad (38)$$

где $с_{рф}$ - среднее значение теплоемкости флегматизатора при постоянном давлении для температурного интервала 273-1500 К.

Поскольку при этих условиях сгорание идет в основном с образованием CO, определим низшую теплоту сгорания 1,2,3,4-тетраметилбензола для такого случая.

Запишем химическое уравнение горения

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 = 10CO + 7H_2O$$

Низшая теплота сгорания метана в этом случае по закону Гесса

$$Q_н = \Delta H^0_{fCO} \cdot n_{CO} + \Delta H^0_{fH_2O} \cdot n_{H_2O} - \Delta H^0_{fC_{10}H_{14}} \cdot n_{C_{10}H_{14}} \quad (39)$$

Подставляя значения теплот образования, взятых из табл. II приложения, получим

$$Q_н = 112{,}7 \cdot 10 + 242{,}2 \cdot 7 - 41{,}9 \cdot 1 = 2780{,}5 \text{ кДж/моль}$$

Теперь составим уравнение материального баланса процесса горения метана, включив в него и флегматизатор CO_2

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф CO_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + n_ф CO_2$$

где $n_ф$ - число молей флегматизатора.

Уравнение для данного случая примет вид:

$$V_ф = \frac{\mathbf{Q_н} - (\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot [\mathbf{c_{pCO}} \cdot \mathbf{V_{CO}} + \mathbf{c_{pH2O}} \cdot \mathbf{V_{H2O}} + \mathbf{c_{pN2}} \cdot \mathbf{V^0_{N2}}]}{(\mathbf{T_г} - \mathbf{T_0}) \cdot \mathbf{c_{pCO2}}} \quad (40)$$

Из правой части уравнения материального баланса видно, что объем продуктов горения

$$\mathbf{V_{CO}} = \mathbf{10} \text{ моль/моль}$$

$$\mathbf{V_{H2O}} = \mathbf{7} \text{ моль/моль}$$

$$\mathbf{V^0_{N2}} = 31{,}96 \text{ моль/моль}$$

Подставляя значения $O_н$, $T_г$ = 1500 К, $Ср_{пгi}$; получим, что объем флегматизатора, соответствующий МФК

$$\mathbf{V_ф} = \frac{\mathbf{2780{,}5 - (1500 - 273) \cdot [3{,}37 \cdot 10^{-2} \cdot 10 + 3{,}98 \cdot 10^{-2} \cdot 7 + 3{,}18 \cdot 10^{-2} \cdot 31{,}96]}}{\mathbf{(1500 - 273) \cdot 5{,}08 \cdot 10^{-2}}} =$$

=ь12,48моль/моль

Перепишем уравнение материального баланса для сгорания смеси предельного состава

$$C_{10}H_{14} + 8{,}5O_2 + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 12{,}48CO_2 = 10CO + 7H_2O + 8{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + 12{,}48CO_2$$

В исходной горючей смеси (левая часть уравнения) на 1 моль 1,2,3,4-тетраметилбензола приходится n_{O2} = 8,5 моль кислорода, n_{N2} = 8,5·3,76 моль азота и $n_{ф(CO2)}$=12,48 моль флегматизатора.

Минимальная флегматизирующая концентрация диоксида углерода будет равна

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{n_{\text{ф}} \cdot 100}{n_{\text{г}} + n_{O2} + n_{N2} + n_{\text{ф}}} \quad (41)$$

$$\varphi_{\text{мфк}} = \frac{12{,}48 \cdot 100}{1 + 8{,}5 + 31{,}96 + 12{,}48} = 23{,}14\%$$

По рассчитанной концентрации вещества и известному объему помещения находим объем диоксида углерода.

$$V_{CO_2} = \frac{V_{\text{пом}} \cdot \varphi_{\text{мфк}}}{100} \quad (42)$$

$$V_{CO_2} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 23{,}14}{100} = 46{,}28 \text{ м}^3$$

Зная объем, рассчитывает массу CO_2

$$m = \frac{M \cdot V_{CO2}}{V_{\mu}} \quad (43)$$

$$m = \frac{44{,}01 \cdot 46{,}28}{22{,}4} = 90{,}93 \text{ кг}$$

4.5. Результаты расчетов, выполненных по пунктам 3.1-3.4, оформляем в виде таблицы

Параметры взрыва паровоздушной смеси вещества в помещении объем V

Расчетные параметры	Наибольшая взрывоопасная концентрация вещества А в паровоздушной смеси, $\varphi_{стех}$ %(об.)	Количество вещества, создающее наиболее взрывоопасную паровоздушную смесь в помещении m, кг	Тротильный эквивалент взрыва, $M_{\text{ТНТ}}$	Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны $R_{\text{без}}$,м	Количество необходимого CO_2 для предотвращения взрыва M_{CO2}, кг
Численные значения параметров	1,53	18,34	183,3	85,215	90,93

Библиографический список

1. Бегишев И.Р. Курсовая работа по дисциплине «Теория горения и взрыва» (методические указания по выполнению курсовой работы для слушателей ИЗДО): Учебно-методической пособие.- М.: Академия ГПС МЧС России, 2010.-60с.

2. Андросов А.С., Бегишев И.Р., Салеев Е.П. Теория горения и взрыва: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. - 240 с.

3. Андросов А.С., Салеев Е.П. Примеры и задачи по курсу «Теория горения и взрыва»: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. - 80 с.

4. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н идр. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения.Справочн. Изд. В 2-х книгах, 1990. - М.: Химия. - 384 с.

5. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов исредства их тушения. Справочник в 2-х частях. - М.: Асс. «Пожнаука»,2000. - 709 с.

6. Кукин П.П., Емельянов С.Г., Теория горения и взрыва.: Учебное пособие для бакалавров.- М.: Издательство Юрайт, 2013.- 435с.

7. ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА: учебное пособие к практическим работам по дисциплине «Теория горения и взрыва» для студентов направления бакалавриата 20.03.01 – «Техносферная безопасность» / В. Я. Потапов, П. М. Анохин, В. В. Потапов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 64 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица I

Атомные массы некоторых элементов

Название	Химический знак	Порядковый номер	Атомная масса
Азот	N	7	14,00
Водород	H	1	1,01
Кислород	O	8	16,00
Сера	S	16	32,06
Углерод	C	6	12,01

Таблица II

Основные физические константы некоторых газов

Название или химическая формула	M, кг/кмоль	ρ, кг/м^3	$T_{пл}$, K	$T_{кип}$, K	ΔH_f^0, кДж/моль
Воздух	28,98	1,293	60	81	0
CO	28,01	1,250	68	81	112,7
CO_2	44,01	1,977	216,4	194,5	396,9
CH_4	16,04	0,717	90,5	112,4	75
C_2H_6	30,06	1,357	90,5	184,4	88,4
C_3H_8	44,10	2,019	85,6	230,9	109,4
H_2	2,02	0,090	13,8	20,3	0
H_2O(пар)	18,02	0,768	273	373,0	242,2
N_2	28,01	1,251	63	77,2	0
O_2	32,00	1,429	54,6	90,1	0

Примечание. M - молекулярная масса газа; ρ - плотность при нормальных условиях; $T_{пл}$ и $T_{кип}$ - температуры плавления и кипения при давлении 101,325 кПа; $\Delta \boldsymbol{H_f^0}$, - теплота образования.

Таблица III

Теплота образования веществ, температура кипения и значения коэффициентов A, B, C в уравнении Антуана $\mathbf{lg}\ P = A - \frac{B}{C+t}$, где P в кПа, а *t* в ^oC

№	Вещество	Теплота обра-зования $\Delta \boldsymbol{H_f}$ кДж/моль	Температура кипения, ^oC	Коэффициенты уравнения Антуана		
				A	*B*	*C*
1	амилбензол	34,4	202,0	6,68328	2069,486	210,431
2	трет-амиловый спирт	330,0	102,3	6,44711	1252,216	180,301
3	трет-бутилбензол	22,68	168,0	6,68934	1911,894	239,664

4	2,2-диметилбутан	177,8	49,7	5,93476	1127,187	228,9
5	2,4-диметилгексан	219,4	109,4	5,97799	1287,876	214,79
6	3,3- диметилгептан	241,6	137,0	6,21073	1509,585	221,989
7	2,6-диметил-4-гептанол	412,1	176,5	5,66299	1144,81	135,0
8	4,5-диметилоктан	253,4	162,1	6,31873	1645,436	219,378
9	2,2-диметилпентан	206,1	79,2	5,93972	1190,033	223,303
10	2,4-диметил-3-пентанол	370,5	138,7	5,61923	1029,6	146,1
11	2,4-диметил-3-этилпентан	235,0	136,7	6,16233	1490,02	221,908
12	1,4-диэтилбензол	22,2	183,8	6,41434	1820,632	230,413
13	3, 5-диэтилтолуол	56,0	201 ,0	6,50299	1926,654	229,367
14	втор-изоамиловый спирт	314,2	112,0	6,9421	1090,9	157,2
15	изобутиловый спирт	283,2	107,8	7,83005	2058,392	245,642
16	изогексиловый спирт	325,7	151,6	7,05114	1273,35	153,56
17	4-изопропилгептан	251,1	158,0	6,31693	1628,498	219,75
18	п-ксилол	24,4	138,3	6,25485	1537,082	223,608
19	2-метил- 1-бутанол	305,8	128,0	6,29693	1258,332	109,165
20	3-метилгексан	194,9	92,0	5,99812	1236,026	219,545
21	2-метилгептан	215,5	117,6	6,0423	1337,468	213,693
22	4-метилоктан	233,3	142,4	6,27293	1553,088	221,45
23	3-метилпентан	171,6	63,3	5,97380	1152,368	227,129
24	4-метил-2-пентанол	344,2	133,0	7,59199	2174,869	257,78
25	3-метил-4-этилгексан	229,9	140,6	6,21413	1524,093	221,543
26	2-метил-3-этилпентан	211,2	115,6	5,98851	1318,120	215,306
27	4-метил-2-этилпентанол	385,0	177,3	5,70756	1134,599	129,195
28	пентаметилбензол	73,5	232,0	6,68333	2069,486	210,431
29	пропилбензол	7,9	159,0	6,29713	1627,827	220,499
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	41,9	204,5	6,24188	1693,156	195,234

Таблица IV

Энтальпия (теплосодержание) газов при постоянном давлении

Температура, *T*, ºC	H,КДж/моль					
	O	N	Воздух	CO	H_2	SO
0	0	0	0	0	0	0
100	3,0	2,9	2,9	3,8	3,3	4,1
200	6,0	5,8	5,8	8,0	6,8	8,5
300	9,1	8,8	8,9	12,5	10,4	13,2
400	12,4	11,8	11,9	17,3	14,0	18,2
500	15,7	14,9	15,1	22,3	17,8	23,3
600	19,1	18,1	18,3	27,5	21,7	28,5
700	22,5	21,3	21,5	32,8	25,8	33,9
800	26,0	24,6	24,8	38,2	29,9	39,3

900	29,6	28,0	28,2	43,8	34,2	44,8
1000	33,1	31,3	31,6	49,4	38,6	50,3
1100	36,8	34,8	35,1	55,1	43,2	55,9
1200	40,4	38,2	38,6	60,9	47,8	61,5
1300	44,0	41,7	42,1	66,8	52,6	67,2
1400	47,7	45,3	45,6	72,7	57,4	72,3
1500	51,5	48,8	49,2	78,6	62,3	78,4
1600	55,2	52,4	52,8	84,6	67,3	84,1
1700	59,0	55,9	56,4	90,5	72,4	89,8
1800	62,8	59,5	60,0	96,6	77,6	95,6
1900	66,6	63,1	63,6	102,6	82,8	101,2
2000	70,4	66,8	67,3	108,6	88,1	107,1
2100	74,2	70,4	71,0	114,7	93,4	112,7
2200	78,1	74,1	74,7	120,8	98,8	118,5
2300	82,0	77,8	78,4	126,9	104,2	124,2
2400	85,9	81,5	82,1	133,0	109,6	130,0
2500	89,9	85,1	85,9	139,1	115,1	135,8
2600	94,0	89,0	89,3	145,3	119,4	141,5
2700	97,9	92,6	93,1	151,5	124,8	147,3
2800	101,8	96,4	96,8	157,6	130,3	153,0
2900	105,1	100,5	100,5	163,8	135,8	158,8
3000	110,1	103,8	104,2	169.9	141,2	164,7

Таблица V

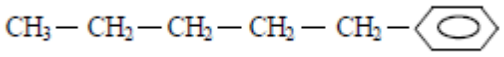
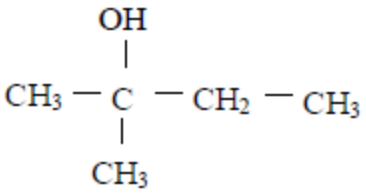
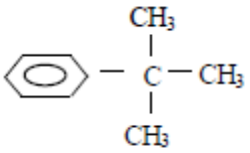
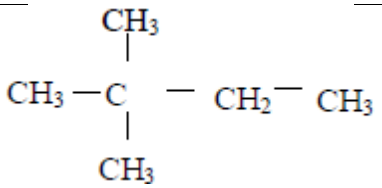
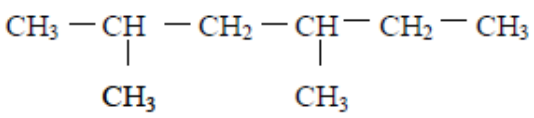
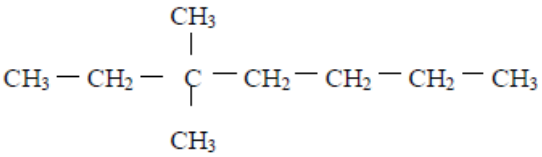
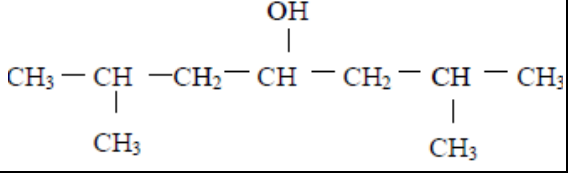
Внутренняя энергия газов

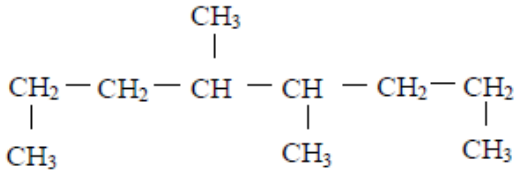
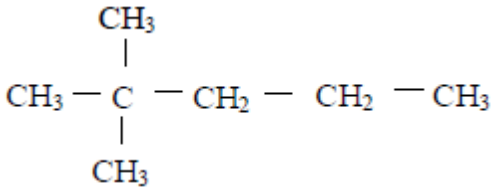
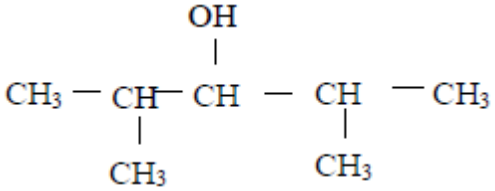
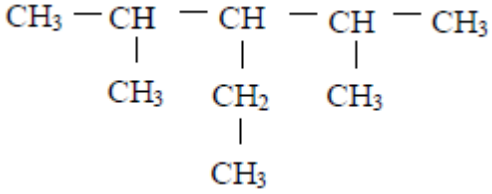
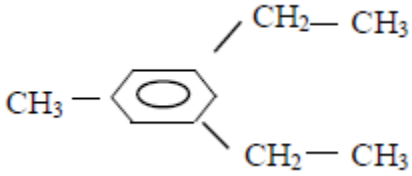
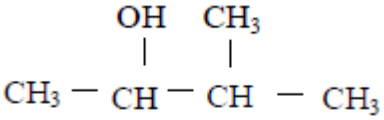
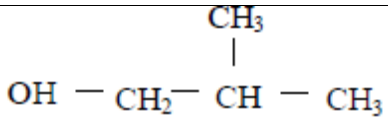
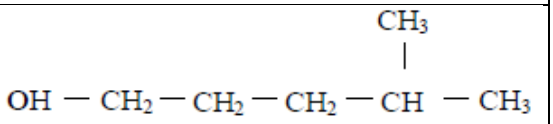
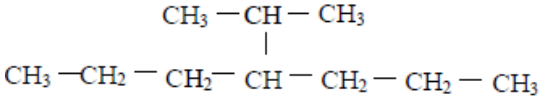
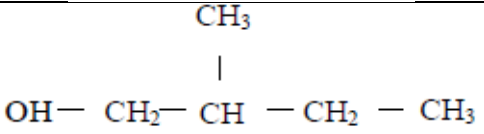
Температура, T, ^oC	U, кДж/моль						Температура, T, ^oC
	O_2	N_2	Воздух	CO_2	H_2O	SO_2	
0	0	0	0	0	0	0	0
100	2,2	2,1	2,1	2,9	2,5	3,3	100
200	4,1	4,1	4,1	6,3	5,1	6,8	200
300	6,6	6,3	6,4	10,0	7	10,7	300
400	9,1	8,5	8,6	14,6	10,7	14,9	400
500	11,5	10,7	10,9	18,1	13,6	19,1	500
600	14,1	13,1	13,3	22,5	16,7	23,5	600
700	16,7	15,5	15,7	27,0	20	28,1	700
800	19,4	18	18,1	31,6	23,3	32,7	800
900	22,1	20,5	20,7	36,3	27,7	37,3	900
1000	24,8	23	23,3	41,1	30,3	42	1000
1100	27,7	25,7	26,0	46,0	34,1	46,8	1100
1200	30,4	28,2	28,6	50,9	37,8	51,5	1200
1300	33,2	30,9	31,3	56	41,8	56,4	1300
1400	35,1	33,7	34,0	61,1	45,8	61,2	1400
1500	39,0	36,3	36,7	66,1	49,8	65,9	1500
1600	41,9	39,1	39,5	71,3	54,0	70,8	1600
1700	44,9	41,8	42,3	76,4	58,3	75,7	1700
1800	47,8	44,5	45,0	81,6	62,6	80,6	1800
1900	50,8	47,3	47,8	86,8	67,0	85,4	190

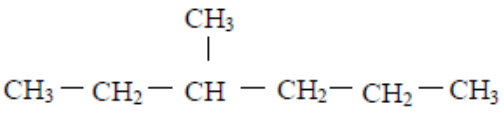
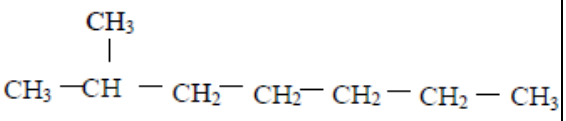
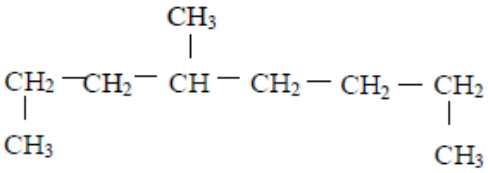
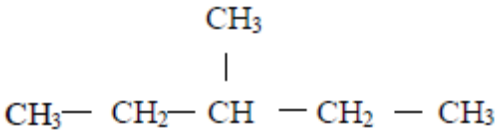
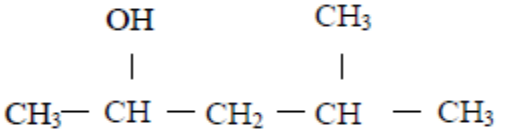
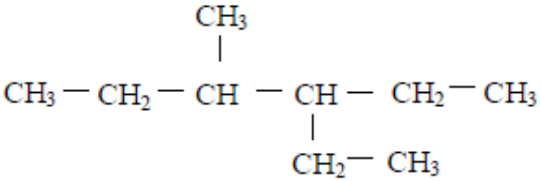
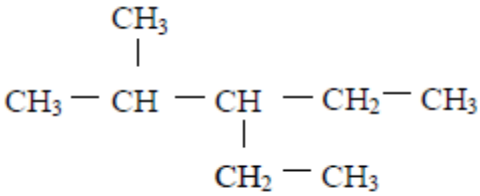
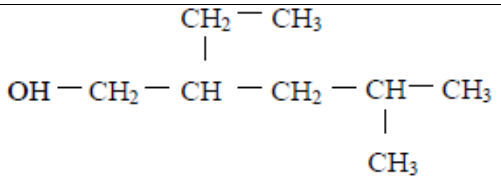
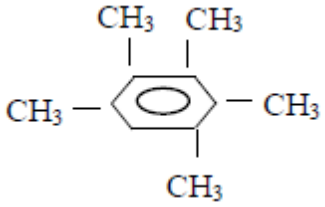
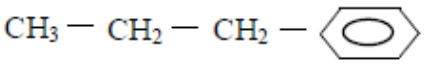
2000	53,8	50,2	50,7	92,0	71,5	90,5	2000
2100	56,7	52,9	53,5	97,2	75,9	95,2	2100
2200	59,8	55,8	56,4	102,5	80,5	100,2	2200
2300	62,9	58,7	59,3	107,8	85,1	105,1	2300
2400	65,9	61,6	62,2	113,0	89,7	110,0	2400
2500	69,1	64,3	65,1	118,3	94,3	115	2500
2600	72,4	67,4	67,7	123,7	97,8	120,0	260
2700	75,5	70,2	70,7	128,9	102,4	124,9	2700
2800	78,5	73,1	73,5	134,2	107,0	130,0	2800
2900	81,0	76,4	76,9	139,7	111,7	134,7	2900
3000	85,2	78,9	79,3	145,0	116,3	139,8	3000

Таблица VI

Химические и структурные формулы веществ

№ п/п	Вещество	Хим. формула	Структурная формула
1	амилбензол	$C_{11}H_{16}$	
2	трет-амиловый спирт (2-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	
3	трет-бутилбензол (2-метил-2-фенилпропан)	$C_{10}H_{14}$	
4	2,2-диметилбутан	C_6H_{14}	
5	2,4-диметилгексан	C_8H_{18}	
6	3,3-диметилгептан	C_9H_{20}	
7	2,6-диметил-4-гептанол	$C_9H_{20}O$	

8	4,5-диметилоктан	$C_{10}H_{22}$	
9	2,2-диметилпентан	C_7H_{16}	
10	2,4-диметил-3-пентанол	$C_7H_{16}O$	
11	2,4-диметил-3-этилпентан	C_9H_{20}	
12	1,4-диэтилбензол	$C_{10}H_{14}$	
13	3,5-диэтилтолуол	$C_{11}H_{16}$	
14	втор-изоамиловый спирт (3-метил-2-бутанол)	$C_5H_{12}O$	
15	изобутиловый спирт (2-метил-1-пропанол)	$C_4H_{10}O$	
16	изогексиловый спирт (4-метил-1-пентанол)	$C_6H_{14}O$	
17	4-изопропилгептан	$C_{10}H_{22}$	
18	п-ксилол (1,4-диметилбензол)	C_8H_{10}	
19	2-метил- 1-бутанол	$C_5H_{12}O$	

20	3-метилгексан (изогептан)	C_7H_{16}	
21	2-метилгептан (изооктан)	C_8H_{18}	
22	4-метилоктан	C_9H_{20}	
23	3-метилпентан (2-этилбутан)	C_6H_{14}	
24	4-метил-2-пентанол (метиламиловый спирт)	$C_6H_{14}O$	
25	3-метил-4-этилгексан	C_9H_{20}	
26	2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	
27	4-метил-2-этилпентанол (2-этилизогексанол)	$C_8H_{18}O$	
28	пентаметилбензол	$C_{11}H_{16}$	
29	пропилбензол (фенилпропан)	C_9H_{12}	

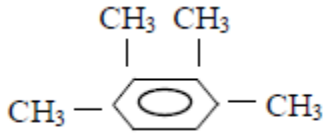
30	1,2,3,4-тетраметилбензол	$C_{10}H_{14}$	

Таблица VII

Температура самовоспламенения некоторых предельных углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи

$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К
3,0	743	6,0	507	9,0	482	12,0	477
3,1	738	6,1	505	9,1	481	12,1	477
3,2	733	6,2	504	9,2	481	12,2	477
3,3	728	6,3	503	9,3	481	12,3	477
3,4	723	6,4	502	9,4	480	12,4	477
3,5	717	6,5	501	9,5	480	12,5	477
3,6	712	6,6	500	9.6	480	12,6	477
3,7	706	6,7	499	9,7	480	12,7	477
3,8	699	6,8	498	9,8	479	12,8	477
3,9	693	6.9	497	9,9	479	12,9	477
4,0	686	7.0	496	10,0	479	13,0	477
4,1	680	7,1	495	10,1	479	13.1	477
4,2	673	7,2	494	10,2	479	13,2	477
4,3	665	7,3	494	10,3	479	13,3	477
4,4	654	7,4	493	10,4	478	13,4	477
4,5	643	7,5	492	10,5	478	13,5	476
4,6	631	7,6	491	10,6	478	13,6	476
4,7	617	7,7	490	10,7	478	13,7	476
4,8	601	78	489	10,8	478	13,8	476
4,9	581	7,9	489	10,9	478	13,9	476
5,0	560	8,0	488	11,0	478	14,0	476
5,1	547	8,1	487	11,1	478	14,1	476
5,2	535	8,2	486	11,2	478	14,2	476
5,3	528	8,3	486	11,3	478	14,3	476
5,4	522	8,4	485	11,4	478	14,4	476
5,5	517	8,5	484	11,5	478	14,5	476
5,6	513	8,6	484	11,6	477	14,6	476
5,7	511	8,7	483	11,7	477	14,7	476
5,8	509	8,8	483	11,8	477	14,8	476
5,9	508	8,9	482	11,9	477	14,9	476
–	–	–	–	–	–	15,0	475

Таблица VIII

Температура самовоспламенения некоторых предельных одноатомных спиртов в зависимости от средней длины углеродной цепи

$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К	$l_{ср}$	$T_{св}$, К
2,0	737	4,4	610	6,8	545	9,2	518
2,1	736	4.5	606	6,9	543	9,3	517
2,2	734	4,6	602	7,0	542	9,4	516
2,3	732	4,7	599	7,1	540	9,5	516
2,4	730	4,8	595	7,2	539	9,6	515
2,5	728	4,9	592	7,3	537	9,7	514
2,6	725	5,0	588	7,4	536	9,8	513
2,7	721	5,1	585	7,5	535	9,9	513
2,8	716	5,2	582	7,6	534	10,0	512
2,9	711	5,3	579	7,7	533	10,5	509
3,0	706	5,4	577	7,8	531	11,0	507
3,1	696	5,5	574	7,9	530	11,5	506
3,2	693	5,6	572	8,0	529	12,0	505
3,3	636	5,7	569	8,1	528	12,5	505
3,4	678	5,8	567	8,2	527	13,0	504
3,5	669	5,9	564	8,3	526	13,5	504
3,6	658	6,0	562	8,4	525	14,0	503
3,7	649	6,1	560	8,5	524	14,5	503
3,8	642	6,2	557	8,6	523	15,0	502
3,9	634	6,3	555	8,7	522	15,5	502
4,0	628	6,4	553	8,8	521	16,0	501
4.1	623	6,5	551	8,9	520	16,5	501
4,2	619	6,6	549	9,0	519	17,0	500
4,3	614	6,7	547	9,1	519	17,5	500

Таблица IX

Температура самовоспламенения некоторых ароматических углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи

$l_{ср}$	$T_с$, К	$l_{ср}$	$T_с$, К	$l_{ср}$	$T_с$, К
-2	843	-	-	-	-
-1,9	842	0,1	810	2,1	702
-1,8	841	0,2	794	2,2	701
-1,7	840	0,3	774	2,3	701
-1,6	840	0,4	753	2,4	700
-1,5	839	0,5	733	2,5	700
-1,4	838	0,6	723	2,6	699
-1,3	837	0,7	718	2,7	699
-1,2	837	0,8	715	2,8	698
-1,1	836	0,9	713	2,9	698
-1	835	1	712	3	697
-0,9	835	1,1	711	3,1	697
-0,8	834	1,2	710	3,2	697
-0,7	833	1,3	709	3,3	697
-0,6	832	1,4	708	3.4	696
-0,5	831	1,5	707	3,5	696
-0,4	830	1,6	706	3,6	696
-0,3	829	1,7	705	3,7	696
-0,2	827	1,8	704	3,8	696
-0,1	824	1,9	703	3,9	696
0	819	2	703	4	695

Таблица X

Показатели пожарной опасности некоторых газов

Название вещества	$T_{св.}$, К	КПР, об. %	$U_н$, м/с	МВСК при разбавлении CO_2	E_{min}, мДж	Огнетушащая концентрация, об. %		$T_г$, К	Стехиометрическая концентрация горючего	$Q_н$, кДжмоль
							N_2			
Аммиак	923	15-28	0,23	16,2	680	-	-	1777	21,9	317,2
Ацетилен	608	2-81	1,35	9	-	57	70	2307	7,7	1260
Окись углерода	883	12,5-74,2	0,42	9,8	-	53	69	2000	28,5	283,9
Водород	783	4-74,2	2,67	7,9	0,017	62	76	2072	29,5	242,2
Метан	810	5-15	0,37	15,6	0,26	26	39	1927	9,5	806
Этан	745	3,22-12,45	0,40	13,8	0,24	34	46	1922	5,64	1431
Пропан	739	2,37-9,5	0,38	14,3	0,25	32	45	1987	4,02	2049
Бутан	678	1,86-8,41	0,37	14,9	0,25	29	41	2010	3,12	2665
Этилен	813	3,75-29,6	0,63	12,1	0,12	42	52	2067	6,5	1326
Сероводород	519	4,3-45,5	-	8	-	62	-	-	12,24	-
Коксовый газ	913	5,6-30,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Природный газ (Саратовский)	823-1023	5,1-12,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Доменный газ	-	6,5-73,9	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Состав газовых смесей: коксовый газ CO - 6,8 %, CO_2 - 2,8 %, N_2 - 7,8 %, H_2 - 58 %, CH_4 - 22,5 %; природный газ CO - 3,3 %, CH_4 - 94 %, C_nH_m - 2,5 %; доменный газ CO - 28 %, CO_2 -10,5 %, N_2 - 58,5 %, H_2 - 2,7 %, CH_4 - 0,3 %.

Таблица XI

Показатели пожарной опасности некоторых горючих жидкостей

Название вещества	$T_{всп.}$, К*	$T_{всп.}$, К*	ТПР, К	$T_{св}$, К	КПР, об. %	$T_г$, К	Q_n, кДж/моль	E_{min}, мДж	$V_{выг}$, см/ч	МВСК (при CO_2)
Ацетон	255	268	253—278	738	2,2—13	2160	1668		20	14,9
Бензол	262	—	259—286	807	1,4—7,1	2375	3141	0,22	30	14,4
Гексан	250	—	247—277	507	1,24—7,5	2238	3864	0,25	—	14,6
Глицерин 98 %	411	476	455—480	668	2,6—11,3	—	1483	—	—	—
Пентан	229	239	225—250	560	1,4—7,8	2007	—	0,22	—	14,8
Метанол	281	286	280—312	737	6—34,7	—	642	—	—	13,4
Этанол	286	—	284—314	677	3,6—19	—	1242	—	12—15	14,9
Пропанол-1	296	302	—	644	2,1—13,5	—	1852	—	—	—
Бутанол-1	307	314	307—341	618	1,7—12	—	2456	—	—	—
Амиловый спирт	300- 316	—	321—353	573	1,2—(10)	—	3077	—	—	—
Толуол	277	—	273—303	763	1,3—6,7	2344	3741	—	20	—
Диэтиловый эфир	232	—	228—286	437	1,7—49	—	2514	0,2		13
Уксусноэтиловый эфир	275	—	274—304	673	3,5—16,8	—	2075	—	—	—
Этиленгликоль	393	—	385—397	663	3,8—6,4	—	1064	—	—	—
Бензин А-76	239	—	239—269	573	0,79—5,16	2375	46928***	—	—	—
Керосин тракторный	300	—	300—342	533	1,4—7,5	—	41481^16090***	—	—	—
Трансформаторное масло	—	—	395—396	573	—	—	—	—	—	—
Вазелиновое масло	420	—	397—463	563	—	—	—	—	—	—
Масло подсолнечное	502	—	477—502	643	—	—	—	—	—	—
Нефть (Туймазинская)	252	—	252—298	593	—	—	—	—	—	—
Скипидар	307	—	305—326	573	0,8	—	—	—	—	—

Примечание: * — в закрытом тигле; ** — в открытом тигле *** — в кДж/кг.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Нарышкин Ю.В.

ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СЛУЖБА РОССИИ

Конспект лекций

Екатеринбург
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕМА 1. Основы создания и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - реализация политики государства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера 3
ТЕМА 2. Организационная структура, основные задачи и перспективы развития МЧС России 19
ТЕМА 3. Территориальные органы МЧС России 34
ТЕМА № 4. История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в российской федерации 46
ТЕМА № 5. Единая система мониторинга и прогнозирования 69
ТЕМА № 6. Авиация и государственная инспекция по маломерным судам в структуре МЧС России 76
ТЕМА № 7. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера 85
ТЕМА 8. Основные направления международного сотрудничества МЧС России 95

ТЕМА 1. Основы создания и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - реализация политики государства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

В ходе проведения занятия сегодня будут рассмотрены следующие вопросы:

1. Требования нормативно-правовой базы в области защиты от ЧС.
2. Организационные основы создания и функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций**. (РС ЧС)**
3. МЧС России федеральных орган исполнительной власти Российской Федерации, уполномоченный в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Целью данной лекции является следующее:

Ознакомить Вас с Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – как основой государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Показать роль и место МЧС России, как федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Одной из важнейшей задачей государства и общества является: *создание гарантий безопасного проживания и деятельности конкретного гражданина на всей территории страны.*

В Российской Федерации об этом свидетельствует основные положения ***Конституции Российской Федерации,*** в которых она закрепила:

= во-первых, права гражданина на охрану здоровья, на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии, на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу;

=во-вторых, обязанность государства осуществлять защиту населения и материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Во всех экономически развитых государствах мира пришли к выводу, что для решения данной проблемы и успешной борьбы с опасными природными явлениями, техногенными и экологическими катастрофами нужна целенаправленная государственная политика.

В нашей стране до 1991 года задачи проведения мероприятий по защите территорий и гражданского населения от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий были возложены на систему гражданской обороны, а также были разбросаны по отдельным направлениям деятельности других министерств и ведомств. При этом, единого органа управления, уполномоченного в области обеспечения безопасности от черезвычайных ситуаций создано не было.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и особенно землетрясение в Армении в 1988 г. показали необходимость создания наряду с системой гражданской обороны, специализированного государственного органа, осуществляющего прогнозирование, предупреждение, локализацию и ликвидацию чрезвычайных ситуаций различного характера.

Причинами возникновения отдельного органа государственной власти, уполномоченного в области обеспечения безопасности от ЧС является то, что в результате социально-экономического развития нашей страны в 20 веке, а также произошедших изменениях в экономике страны после 1991 года, произошедшей интеграции Российской Федерации в мировое сообщество обусловили и появление так называемых глобальных проблем.

Фактически это выразилось в том, что научно-технический прогресс не только способствовал повышению производительности и улучшению условий труда, росту материального состояния и интеллектуального потенциала общества, но и привел **к возрастанию риска аварий больших технических систем.**

Один из парадоксов исторического развития человеческого общества заключается в том, - что развитие хозяйственной деятельности человека создает источники угрозы, как для самого человечества, так для окружающей его природы.

В конце 20 века достаточно быстро стали возникать проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Это было обусловлено значительным ростом в последние десятилетия количества и масштабов возникающих чрезвычайных ситуаций, по своим последствиям сопоставимых, в ряде случаев, с последствиями военно-политических конфликтов. Для их ликвидации требовалось сосредоточение усилий всего государства, а в некоторых случаях помощь со стороны мирового сообщества.

Многие потенциально опасные объекты имели выработку проектного ресурса на 60 – 70 %. Это относится, в первую очередь, к объектам энергетики, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, черной и цветной металлургии.

О значительных масштабах чрезвычайных ситуаций, являющихся следствием природных и техногенных катастроф, могут свидетельствовать следующие факты:

В крупнейших землетрясениях XX века: Ашхабадском (Туркмения), Тангшенском (Китай) и Спитакском (Армения-1988г) погибло соответственно **110, 243, и 25 тысяч** человек;

В результате аварии на Чернобыльской АЭС (1986г) радиоактивному загрязнению подверглись территории **19 субъектов** Российской Федерации, а также территории ряда европейских государств, на которых проживало более **30 млн**. человек;

Существовавшая в Советском Союзе система защиты населения - Гражданская оборона СССР, в основном предназначенная на решение задач военного времени, показала себя мало эффективной и не способной в прежней структуре решать задачи по ликвидации последствий **чрезвычайных ситуаций в мирное время.**

Именно Чернобыльская катастрофа подтвердила назревшую необходимость решения проблем защиты населения и территорий при чрезвычайных ситуациях на государственном уровне, а Спитакская трагедия (Армения, 1988 г.) ускорила принятие решения по данному вопросу.

В середине 1989 года Верховным Советом СССР было принято решение о создании постоянно действующей *государственной Комиссии Совета Министров СССР по чрезвычайным ситуациям,* а постановлением Совета Министров СССР **15 декабря 1990** г. образована ***Государственная общесоюзная система по предупреждению и действиям в чрезвычайных ситуациях,*** которая включала в себя союзную, республиканские и отраслевые подсистемы министерств и ведомств, и просуществовала до распада СССР.

В этом-же году в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях *Постановлением Совета Министров РСФСР* **№ 606 от 27 декабря 1990 г**. создается **Российский корпус спасателей** *на правах Государственного комитета РСФСР.*

30 июля 1991 г. постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР **№ 1617-1** Российский корпус спасателей был преобразован в ***Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям.***

С **1992 г**. согласно *Постановлению Правительства РФ* **№ 261 от 18** апреля начинает функционировать и ***Российская система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях. (РСЧС)***

В **1995** г. в соответствие с *Постановлением Правительства РФ* **№ 1113 от 5 ноября** система РСЧС реформируется в ***Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. (РСЧС)***

Окончательный современный облик Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций был сформирован после выхода *Федерального закона от* **21.12.1994 г. № 68 ФЗ** *«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и* принятия *Постановлентя Правительства РФ от* ***30 декабря 2003г. № 794*** *« О еиной государственной системе предупреждения и ликвидации черезвычайных ситуаций ».*

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утвержденной *Указом Президента Российской Федерации* от **13.05.2009 № 537,** подчеркивается, что *сохраняющаяся опасность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, делают крайне актуальной проблему обеспечения защиты населения.*

Для устойчивого развития страны необходимо принятие мер по сокращению количества чрезвычайных ситуаций и причиняемого ими ущерба.

Для выполнения этих задач была проведена большая работа, результатом которой явилось создание и совершенствование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Основной целью создания РСЧС было - *объединение усилий федеральных органов исполнительной власти, органов представительной и исполнитель ной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, их сил и средств* ***в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.***

Создание РСЧС осуществлялось с учетом следующих *принципов,* о*становлюсь на 4-х из них:*

- *защите от чрезвычайных ситуаций и их последствий должно подлежать все население Российской Федерации, а также иностранные граждане и лица без гражданства, находящиеся ее территории, сама территория, объекты экономики, материальные и культурные ценности Российской Федерации;*
- *организация и проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций является обязательной функцией органов исполнительной власти всех уровней;*
- *реализация мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций должна осуществляться с учетом разделения предметов ведения, полномочий и ответственности между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления;*
- *организационная структура системы должна соответствовать государственному устройству Российской Федерации и решаемым задачам.*

Создание целостной системы позволило развернуть разработку единой нормативно-правовой базы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Развитие этого направления нашло свое отражение в создании нормативной правовой базы Российской Федерации (федеральных законов, постановлений

правительства Российской Федерации, нормативных документов соответствующих федеральных органов исполнительной власти, нормативных документов органов государственной власти субъектов Российской Федерации) в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

Впервые в отечественной истории данная деятельность была регламентирована законодательными актами государства.

Основными целями принятия нормативной правовой базы в области защиты от ЧС являются:

= разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

= предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций;

= снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций;

Сформировалась разветвленная, достаточно эффективно функционирующая система управления, охватывающая всю инфраструктуру страны.

В результате целенаправленного регулирования были значительно укреплены силы системы, созданы эффективные профессиональные мобильные подразделения центрального и регионального подчинения.

Ведомственные и территориальные формирования аварийно-спасательного назначения вошли в группировки сил и средств и планово задействуются в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

На базе войск гражданской обороны в соответствии с требованиями *Федерального закона* от **27 июля 2010 года № 223-ФЗ** были сформированы *воинские аварийно-спасательные формирования* - группировка сил, заблаговременно нацеленная на возможный фронт аварийно-спасательных работ в мирное и военное время.

Принципиально изменилось и усовершенствовалось *финансовое и материально-техническое* обеспечение системы. Внедрен механизм помощи территориям за счет *чрезвычайного резервного фонда Правительства России.*

На всех уровнях созданы *резервы материальных ресурсов* на случай чрезвычайных ситуаций.

Решился вопрос о распределении *финансовой и материальной ответственности* при чрезвычайных ситуациях между уровнями государственной власти, органами местного самоуправления.

Развернуто *международное сотрудничество* в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на многосторонней основе.

РСЧС высокими темпами интегрируется в *мировое аварийно-спасательное сообщество,* активность и успехи на международной арене снискали ей значительный авторитет.

Законодательство Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций строится на основе **Федерального закона от 21.12.1994 г. № 68 ФЗ** *«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»*, принимаемых в соответствии с ним законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации.

Статьей 7 данного закона сформулированы ***основные принципы*** защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций:

= мероприятия, направленные на предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, *проводятся заблаговременно*;

= планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций проводятся с учетом *экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций;*

= объем и содержание мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций определяются исходя из принципа *необходимой достаточности* и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, включая силы и средства гражданской обороны;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых сложилась чрезвычайная ситуация.

При недостаточности вышеуказанных сил и средств в установленном законодательством Российской Федерации порядке привлекаются силы и средства федеральных органов исполнительной власти;

Силы и средства гражданской обороны привлекаются к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и регионального характера в порядке, установленном федеральным законом.

Основными задачами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций являются:

= разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

= осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и

= повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;

= обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

= сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

= подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;

= прогнозирование и оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций;

= создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

= осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

= ликвидация чрезвычайных ситуаций;

= осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций;

= реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;

= международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с требованиями статьи 4 Федерального закона от **21.12.1994 г. № 68-ФЗ** «*О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»* установлено, что Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций объединяет:

= **органы управления;**

= **силы и средства** федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с требованиями *Постановления Правительства Российской Федерации* **от 30.12.2003 г. № 794** *утверждено положение и порядок функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.*

Положение устанавливает, что РСЧС состоит из ***территориальных и функциональных подсистем*** и осуществляет свою деятельность на *федеральном межрегиональном, региональном, муниципальном и обьектовом уровнях.*

Функциональные подсистемы создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в сфере их деятельности и порученных им отраслях экономики.

Перечень функциональных подсистем определяется постановлениями Правительства Российской Федерации.

Организация, состав сил и средств функциональных подсистем, а также порядок их деятельности определяются *положениями о них*, утверждаемыми руководителями федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. (МЧС РФ)

Территориальные подсистемы создаются в субъектах РФ для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

Организация, состав сил и средств территориальных подсистем, а также порядок их деятельности определяются *положениями* о них, утверждаемыми в установленном порядке органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Каждый уровень функционирования элементов РСЧС включает в себя:

= координирующие органы;
= постоянно действующие органы управления;
= органы повседневного управления;
= силы и средства;
= резервы финансовых и материальных ресурсов;
= системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Координационными органами единой системы являются:

на ***федеральном уровне*** – *Правительственная комиссия* по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти (*ПК*),

на ***межрегиональном уровне*** (в пределах соответствующего федерального округа) – аппарат полномочного представителя Президента Российской Федерации в федеральном округе;

на ***региональном уровне*** (в пределах территории субъекта Российской Федерации) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации*;(КЧС)*

на ***муниципальном уровне*** (в пределах территории муниципального образования) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа местного самоуправления;(*КЧС*)

на ***объектовом уровне*** – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности организации.

Образование, реорганизация и упразднение КЧС, определение их компетенции, утверждение руководителей и персонального состава осуществляются и возглавляются соответственно Правительством Российской Федерации, федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

Основными задачами комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в соответствии с их компетенцией являются:

- разработка предложений по реализации государственной политики в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- координация деятельности органов управления и сил единой системы по ЧС;
-
- обеспечение согласованности действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций при решении задач в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности, а также восстановления и строительства жилых домов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, социальной сферы, производственной и инженерной инфраструктуры, поврежденных и разрушенных в результате чрезвычайных ситуаций;
- рассмотрение вопросов о привлечении сил и средств гражданской обороны к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в порядке, установленном федеральным законом.

Постоянно действующими органами управления единой системы являются:

на ***федеральном уровне*** – *Министерство Российской Федерации* по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедстви (**МЧС**) *подразделения федеральных органов* исполнительной власти для решения задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны;

на ***межрегиональном уровне*** – территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации

последствий стихийных бедствий – *региональные центры* по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

на ***региональном уровне*** – *территориальные органы* Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – главные управления Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации; **(ГУ ГО и ЧС**)

на ***муниципальном уровне*** – *органы, специально уполномоченные* на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны при органах местного самоуправления;

на ***объектовом уровне*** – *структурные подразделения* организаций, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны.

Органами повседневного управления единой системы являются:

На ***федеральном уровне***: *Национальный центр управления в кризисных ситуаций* (**НЦУКС),** информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти;

На ***межрегиональном уровне:*** - *центры управления в кризисных ситуациях* региональных центров **(ЦУКС РЦ**).

На ***территориальном уровне***: - *центры управления в кризисных ситуациях* главных управлений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации **(ЦУКС ГУ).**

- информационные центры, дежурно-диспетчерские службы органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти;

На ***муниципальном уровне:*** - единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований; (**ЕДДС)**

На ***обьектовом уровне***: - дежурно-диспетчерские службы **(ДДС**) организаций (объектов).

ЕДДС *муниципального образования решает следующие основные задачи*:

- прием от населения и организаций любых сообщений о происшествиях, пожарах и так далее, несущих информацию об угрозе или факте возникновения ЧС, а также коммутацию телефонного вызова в дежурные службы, в чьем ведении находится решение данных вопросов;
- анализ и оценка достоверности поступившей информации, доведение ее до ДДС предприятий и организаций муниципального образования, штабов ГО и ЧС, в компетенцию которых входит реагирование на принятое сообщение;
- своевременное направление подразделений на тушение пожаров или ликвидацию последствий аварий и стихийных бедствий, а в необходимых случаях – обеспечение временной передислокации подразделений подсистемы РСЧС муниципального образования;

- обеспечение оперативно-диспетчерской связи с подразделениями пожарной охраны, спасательными и другими формированиями, привлекаемыми к реагированию на происшествия;
- передача и прием информации с места работы (района происшествия или ЧС) подразделений (формирований);
- обеспечение надежной связи с наиболее важными объектами и взаимодействующими организациями, находящимися на территории муниципального образования;
- прием сообщений и направление на крупные пожары (ЧС) подразделений пожарной охраны, спасательных и других формирований муниципального образования;
- сбор информации от ДДС предприятий и организаций, систем контроля и наблюдения за окружающей средой, включенных в объединенную систему оперативно-диспетчерского управления, и распространение между ними полученной информации об угрозе или факте возникновения ЧС, сложившейся обстановке и действиях сил и средств по ликвидации ЧС на территории муниципального образования;
- обработка и анализ данных о ЧС, определение ее масштаба и уточнение состава ДДС, привлекаемых для реагирования на ЧС, их оповещение о переводе в различные режимы функционирования;
- обобщение, оценка и контроль данных обстановки, принятых мерах по ликвидации пожаров и ЧС, подготовка и корректировка заранее разработанных и согласованных с организациями вариантов управленческих решений по реагированию на происшествия, пожары и ликвидацию ЧС, принятие экстренных мер;
- представление докладов (донесений) об угрозе или возникновении ЧС, сложившейся обстановке, возможных вариантах решений и действиях по ликвидации ЧС (на основе ранее подготовленных и согласованных планов) в ЦУКС Главного управления МЧС России по соответствующей области (республике, краю, автономному округу);
- доведение задач, постановленных главой муниципального образования до ДДС и подчиненных им сил постоянной готовности, контроль их выполнения и организация взаимодействия;
- обобщение информации о происшествиях и ЧС (за сутки дежурства, неделю, месяц, квартал, год), и представление соответствующих докладов (донесений) по подчиненности, а также информирование отдела УФСБ России по муниципальному образованию.

Силы РСЧС включают в себя:

Силы и средства МЧС России

= подразделения противопожарной службы;
= войска гражданской обороны (СЦ);
= поисково-спасательные формирования (ПСФ);
= другие формирования и организации МЧС.

Силы и средства министерств и ведомств (функциональных подсистем РСЧС)

- силы и средства Министерства обороны;
- формирования Министерства внутренних дел;
- формирования Министерства здравоохранения;
- формирования ветеринарной службы и службы защиты растений Министерства сельского хозяйства;
- формирования Росгидромета;
- ведомственные противопожарные, поисково-спасательные, восстановительные, аварийно-технические формирования.

Силы и средства субьектов РФ, организаций и объектов экономики (территоиальных подсистем РФ)

= территориальные и объектовые *нештатные аварийно-спасательные формирования.*

В состав сил и средств каждого уровня РСЧС входят силы и средства *постоянной готовности*, предназначенные для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и проведения работ по их ликвидации

Для обеспечения проводимых мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются и используются:

- *резервный фонд Правительства Российской Федерации* по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий;
- *запасы материальных средств* для обеспечения неотложных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, находящиеся в составе *государственного материального резерва;*
- *резервы финансовых и материальных ресурсов* федеральных органов исполнительной власти;
- *резервы финансовых и материальных ресурсов* субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

Управление единой системой осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой *организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи,* обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил единой системы и населения.

Приоритетное использование любых сетей связи и средств связи, приостановление или ограничение использования этих сетей и средств связи во время чрезвычайных ситуаций осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Информационное обеспечение в единой системе осуществляется с использованием *автоматизированной информационно-управляющей системы*, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации.

Для приема сообщений о чрезвычайных ситуациях, в том числе вызванных пожарами, в телефонных сетях населенных пунктов устанавливается единый **номер – 01 (112).**

Сбор и обмен информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями в порядке, установленном требованиями *постановления Правительства Российской Федерации от **24.03.1997** г. **№ 334** «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».*

Обмен информацией с *иностранными государствами* осуществляется в соответствии с *международными договорами.*

При отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах, территориях или акваториях- органы управления и силы единой системы функционируют в **режиме повседневной деятельности**.

Решениями руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, на территории которых могут возникнуть или возникли чрезвычайные ситуации, для соответствующих органов управления и сил единой системы может устанавливаться один из следующих режимов функционирования:

Режим повышенной готовности – при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;

Режим чрезвычайной ситуации – при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основаниями для принятия решения руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций о введении для соответствующих органов управления и сил единой системы режима *повышенной готовности* или режима *чрезвычайной ситуации* определяются:

а) обстоятельства, послужившие основанием для введения режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации;

б) границы территории, на которой может возникнуть чрезвычайная ситуация, или границы зоны чрезвычайной ситуации;

в) силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации;

г) перечень мер по обеспечению защиты населения от чрезвычайной ситуации или организации работ по ее ликвидации;

д) должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению чрезвычайной ситуации, или руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций *должны информировать население через средства массовой информации и по иным каналам связи о введении на конкретной территории соответствующих режимов функционирования органов управления и сил единой системы, а также мерах по обеспечению безопасности населения.*

Основными мероприятиями, проводимыми органами управления и силами единой системы, являются:

В **режиме повседневной деятельности**:

- изучение состояния окружающей среды и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- сбор, обработка и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- разработка и реализация целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;
- планирование действий органов управления и сил единой системы, организация подготовки и обеспечения их деятельности;
- подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;
- пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- руководство созданием, размещением, хранением и восполнением резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- проведение в пределах своих полномочий государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;
- осуществление в пределах своих полномочий необходимых видов страхования;
- проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению и возвращению соответственно в места постоянного проживания либо хранения, а также жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях;
- ведение статистической отчетности о чрезвычайных ситуациях, участие в расследовании причин аварий и катастроф, а также выработке мер по устранению причин подобных аварий и катастроф;

В **режиме повышенной готовности**:

- усиление контроля за состоянием окружающей среды, прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил единой системы на стационарных пунктах управления;
- непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам единой системы данных о прогнозируемых чрезвычайных ситуациях, информирование населения о приемах и способах защиты от них;
- принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях;
- уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и иных документов;
- приведение при необходимости сил и средств единой системы в готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации, формирование оперативных групп и организация выдвижения их в предполагаемые районы действий;
- восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- проведение при необходимости эвакуационных мероприятий;

В **режиме чрезвычайной ситуации**:

- непрерывный контроль за состоянием окружающей среды, прогнозирование развития возникших чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- оповещение руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также населения о возникших чрезвычайных ситуациях;
- проведение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- организация работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и всестороннему обеспечению действий сил и средств единой системы, поддержанию общественного порядка в ходе их проведения, а также привлечению при необходимости в установленном порядке общественных организаций и населения к ликвидации возникших чрезвычайных ситуаций;
- непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне чрезвычайной ситуации и в ходе проведения работ по ее ликвидации;

- организация и поддержание непрерывного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях.

Главная задача развития РСЧС – *снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций,* т.е. осуществление комплекса мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Трагические события Чернобыльской аварии в 1986 году, Спитакского землетрясения в Армении 1988 года ярко высветили отсутствие профессиональных спасательных формирований в Советском Союзе. Эти события явились толчком к организации спасательного дела и постановке его на государственную основу. Возникла целесообразность создания специального федерального ведомства, имеющего **специализированные органы управления, свои силы и средства.**

В связи с этим, в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях *Постановлением Совета Министров РСФСР* **№ 606 от 27 декабря 1990 г**. создается **Российский корпус спасателей** *на правах Государственного комитета РСФСР.*

30 июля 1991 г. постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР **№ 1617-1** Российский корпус спасателей был преобразован в ***Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям.***

Указом Президента РСФСР Б.Н. Ельцина **№ 305 от 18 декабря 1991 г**. формируется ***Государственный комитет РСФСР по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.*** Этим же указом создаются 9 региональных центров по делам ГО и ЧС.

В **1992** г. Государственный комитет РСФСР реорганизуется в ***Государственный комитет Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.*** Комитету были переданы войска гражданской обороны, а также другие силы и средства гражданской обороны.

В **1994 г.** *Указом Президента Российской Федерации* **№ 66 от 10 января** ГКЧС преобразуется в ***Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).***

Положение о МЧС России утверждено **Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868** (с изменениями от 21.10.2005 № 1228, от 21.04.2008 № 538).

Согласно данному Положению, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий **(МЧС)** является ***федеральным органом исполнительной власти,*** *осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю* ***в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах****.*

МЧС России осуществляет: *управление, координацию, контроль и реагирование в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.*

Основными задачами МЧС России являются:

- выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах компетенции МЧС России;
- организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также управление деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, а также осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;
- осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

Паспорт МЧС России

МЧС России возглавляет Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, *назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации* по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Министр имеет заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Всего на территории Российской Федерации сформировано **восемь** региональных центров МЧС России:

- Центральный;
- Северо-Западный;
- Южный;
- Северо-Кавказский;
- Приволжский;
- Уральский;
- Сибирский;
- Дальневосточный.

Положение о региональном центре по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий утверждено приказом МЧС России **от 1 октября 2004 г. № 458**.

Согласно Положению, *Региональный центр МЧС России* осуществляет в установленном порядке руководство соединениями, воинскими частями войск гражданской обороны, подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, поисково-спасательными подразделениями, иными подразделениями и организациями МЧС России, непосредственно подчиненными региональному центру МЧС России, а также Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации в пределах своих полномочий.

Основными ***задачами регионального центра*** МЧС России являются:

- реализация в пределах своей компетенции государственной политики; осуществления управления и контрольных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;
- осуществление в пределах своей компетенции деятельности по организации и ведению гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях *федерального уровня*.

Положение о *Главном управлении* Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъекту Российской Федерации утверждено **приказом МЧС России № 372 от 6 августа 2004** г.

Главное управление МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, Государственной инспекции по маломерным судам МЧС России, пожарно-спасательными поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями и инымиподразделениями и организациями МЧС России, *дислоцированными на территории соответствующего субъекта Российской Федерации.*

Основными ***задачами Главного управления*** МЧС России являются:

- реализация государственной политики; осуществление управления и контрольно-надзорных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации в пределах установленных полномочий;
- осуществление деятельности в пределах своей компетенции по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, в том числе по чрезвычайному гуманитарному реагированию, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах на *территории субъекта Российской Федерации.*

В ходе занятий мы рассмотрели с вами организационные основы функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, требования законодательства в области защиты населения от чрезвычайных ситуаций, а также ознакомились со структурой и задачами МЧС России - федерального органа

исполнительной власти Российской Федерации, уполномоченного в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В заключение хочу подчеркнуть, что *защита личности, общества и государства от чрезвычайных ситуаций* является одним из важнейших направлений государственной политики в области национальной безопасности. Переломить неблагоприятные тенденции в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера можно единственным способом - создать новую идеологию противодействия катастрофам, практической реализацией которой должна стать государственная стратегия уменьшения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций. *Снижение природных и техногенных рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, на основе научно обоснованных мер* остаются одним из приоритетных направлений государственной политики России в области защиты от ЧС.

Приоритет в деятельности МЧС России изначально отдан предупреждению чрезвычайных ситуаций. Это подтверждается нашим девизом: **«Предупреждение, спасение, помощь»**, где предупреждение стоит на первом месте.

ТЕМА 2. Организационная структура, основные задачи и перспективы развития МЧС России

Целью данной лекции является:

Ознакомить Вас со структурой, задачами Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Показать роль и место МЧС России – федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах - в единой системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Рассказать о новых подходах к вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в рамках реализации Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, а также Стратегии развития МЧС России до 2030 года.

В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:

1) Современная система управления, структура и задачи МЧС России.
2) Перспективные направления развития МЧС России

ВОПРОС 1. СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА МЧС РОССИИ

Трагические события Чернобыльской аварии в 1986 году, Спитакского землетрясения в Армении 1988 года ярко высветили отсутствие профессиональных спасательных формирований в Советском Союзе. Эти события явились толчком к организации спасательного дела и постановке его на государственную основу. Возникла целесообразность создания специального федерального ведомства, имеющего *специализированные органы управления, свои силы и средства.*

В связи с этим, в целях прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения постоянной готовности органов государственного управления к быстрым и эффективным действиям в экстремальных условиях *Постановением Совета Министров РСФСР* **№ 606 от 27 декабря 1990 г**. создается **Российский корпус спасателей** *на правах Государственного комитета РСФСР.*

30 июля 1991 г. постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР **№ 1617-1** Российский корпус спасателей был преобразован в ***Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям.***

Указом Президента РСФСР Б.Н. Ельцина **№ 305 от 18 декабря 1991 г**. формируется ***Государственный комитет РСФСР по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.*** Этим же указом создаются 9 региональных центров по делам ГО и ЧС.

В **1992** г. Государственный комитет РСФСР реорганизуется в ***Государственный комитет Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.*** Комитету были переданы войска гражданской обороны, а также другие силы и средства гражданской обороны.

Российской Федерации **№ 66 от 10 января 1994г** ГКЧС преобразуется в ***Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).***

27 декабря 2015 года исполнилось 25 лет со Дня образования МЧС России. Достигнуто и сделано за эти годы немало, МЧС России есть чем гордиться по праву. В то же время 25-летний юбилей является хорошим поводом посмотреть в будущее с точки зрения настоящего.

Положение о Министерстве утверждено указом Президента Российской Федерации от **11.07.2004 № 686** «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Согласно данному *Положению* **МЧС России –** федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Полное наименование – **Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. (Министерство по ЧС).**

В систему МЧС России входят:

- Центральный аппарат;
- Территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации (главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации);(РЦ и ГУ ГО и ЧС)
- Федеральная противопожарная служба; (ФПС)
- Спасательные воинские формирования – спасательные центры МЧС России; (СЦ)
- Государственная инспекция по маломерным судам МЧС России; (ГИМС)
- Поисково – спасательные формирования. (ПСО)
- Образовательные, научные, медицинские, спортивные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России.

ПАСПОРТ СИСТЕМЫ МЧС.

- В структуру МЧС России входят: центральный аппарат, территориальные органы (**4** региональных центров, **85** главных управления), **4** научно-исследовательских учреждения, **6** высших учебных заведений.

- **Численность личного состава - 291 819 человек. Из них:**
  - ГПС (государственной противопожарной службы) - **244 841** человек;
  - ГПН (государственный пожарный надзор) – **8274** человека;
  - СВФ (спасательные воинские формирования) **- 24 450** человек;
  - ГИМС (государственная инспекция по маломерным судам) **5155** человек;
  - ПСС (поисково-спасательная служба) - **4681** человек и **29020** спасателей в субъектах РФ;
  - ВГСЧ (военизированные горноспасательные части МЧС России) - **4418** человек.

- Техническое оснащение МЧС России: **53** (**18** самолетов **35** вертолетов) воздушных судов**, 1757** патрульных катера и плавсредства, в подразделениях ГПС в боевом расчете **13137** основных и **3699** специальных транспортных средств, и другие виды техники.

Основными задачами МЧС России являются:

1) выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах компетенции МЧС России;

2) организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

3) осуществление управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также управление деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

4) осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, а также осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;

5) осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

МЧС России возглавляет Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Министр имеет **8** заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации:

– *Первый заместитель Министра,*

– *Статс-Секретарь – Заместитель Министра,*
– *Руководитель Аппарата Министра,*
– *Главный Государственный инспектор по пожарному надзору,*
– *4 заместителя Министра*.

Структура Центрального аппарата МЧС России

В **Центральный аппарат** Министерства входят **13** департаментов, управлений. **Ключевыми департаментами МЧС России являются:**

– Департамент гражданской защиты,
– Департамент гражданской обороны и защиты населения,
– Департамент пожарно-спасательных сил и специальных формирований,
– Департамент международной деятельности,
– Департамент надзорной деятельности и профилактической работы,
– Департамент территориальной политики,
– Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации (созданный в августе 2015 года).

К важнейшим управлениям МЧС России относятся:

– Управление специальной пожарной охраны,
– Научно-техническое управление,
– Управление военизированных горноспасательных частей,
– Управление безопасности людей на водных объектах.

Предельную численность работников центрального аппарата МЧС России составляет **825** человек;

Территориальные органы МЧС России включают в себя **4** региональных центров, а в составе региональных центров – **85** Главных Управлений по субъектам Российской Федерации.

Сибирский региональный центр находится в г. Красноярске, координирует работу **27** Главных управлений.

Южный региональный центр расположен в городе Ростове-на-Дону и руководит работой **13** Главных управлений МЧС России.

Центральный региональный центр руководит работой **31** главных управлений (области Московская, Костромская. Владимирская, Рязанская и других) и расположен в г. Москве.

Северо-Западный региональный центр находится в городе Санкт-Петербурге, руководит работой **11** Главных управлений МЧС России.

Особое место по своей значимости в системе МЧС России занимают **Главное управление МЧС России по г. Москве, Главное управление МЧС России по Республике Крым, Главное управление МЧС России по г. Севастополь,** не входящие в состав региональных центров и являющихся самостоятельными территориальными органами МЧС России.

Для координации действий органов управления, сил и средств функциональных и территориальных подсистем РСЧС созданы и функционируют в круглосуточном режиме органы повседневного управления:

на федеральном уровне – **Национальный Центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС).** НЦУКС , создан в соответствии с *Приказом МЧС России* от **27.09.2006 г. № 545**. НЦУКС предназначен для организации управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также координации в установленном порядке деятельности федеральных и региональных органов исполнительной власти в рамках РСЧС.

В числе основных задач Национального ЦУКС:

– подготовка предложений по применению дежурных сил и средств,

– обеспечение оперативного управления силами РСЧС в ходе выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций,

– -контроль за готовностью подразделений оперативного реагирования к действиям по предназначению,

– оповещение и информирование населения о прогнозируемых и возникшихчрезвычайных ситуациях и пожарах.

В рамках РСЧС Национальный центр управления в кризисных ситуациях также обеспечивает информационное взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, субъектами Российской Федерации, организациями сети мониторинга опасных процессов и явлений и соответствующими силами постоянной готовности.

На Национальный ЦУКС, кроме того, **возлагается задача** поддержки международных гуманитарных проектов, программ и операций, выработки согласованных действий органов повседневного управления межгосударственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций государств-участников СНГ.

В оперативном управлении Национального ЦУКСа находятся:

– **ЦУКСы** региональных центров МЧС России, главных управлений МЧС России по г. Москве, республике Крым и г. Севастополь;

– **ЦУКС** Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Создание НЦУКС обусловлено расширением круга задач МЧС России на современном этапе, необходимостью перехода на новые технологии управления и эффективности межведомственного взаимодействия.

На межрегиональном и региональном уровне, как уже выше отмечалось, органами повседневного управления являются Центры управления в кризисных ситуациях региональных центров и главных управлений МЧС России.

На муниципальном и объектовом уровне органами повседневного управления являются Единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований, осуществляющие круглосуточное управление на своей территории (ЕДДС МО).

Основные задачи ЕДДС:

– прием от населения и организаций сообщений о любых чрезвычайных происшествиях, несущих информацию об угрозе или факте возникновения ЧС;
- анализ и оценка достоверности поступившей информации, доведение ее до дежурно-диспетчерских служб (ДДС), в компетенцию которых входит реагирование на принятое сообщение;

– сбор от ДДС, служб контроля и наблюдения за окружающей средой (систем мониторинга) и распространение между ДДС города полученной информации об угрозе или факте возникновения ЧС, сложившейся обстановке и действиях сил и средств по ликвидации ЧС;

– обработка и анализ данных о ЧС, определение ее масштаба и уточнение состава ДДС, привлекаемых для реагирования на ЧС.

–

Силы и средства МЧС России.

В целях проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, ликвидации крупно-масштабных чрезвычайных ситуаций в системе МЧС России *Указом Президента РФ* от 30.09.2011г. **№1265** созданы спасательных воинских формирований МЧС России численностью около тыс. человек (спасательные центры МЧС России).

Спасательные воинские формирования МЧС России предназначены:

- участия в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС, а также в обучении населения в области гражданской обороны;
- ведение радиационной, химической и неспецифической бактериологической (биологической) разведки в зонах ЧС, а также на маршрутах выдвижения к ним;
- участие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ по оперативной локализации и ликвидации ЧС природного и техногенного характера на территории Российской Федерации;
- участие в проведении пиротехнических работ, связанных с обезвреживанием авиационных бомб и фугасов, а также в гуманитарном разминировании;
- участие в проведении работ по санитарной обработке населения, обеззараживанию зданий и сооружений, специальной обработке техники, имущества и территорий;
- участие в доставке грузов, перевозимых в зоны ЧС, в том числе в качестве гуманитарной помощи иностранным государствам;
- участие в обеспечении пострадавшего населения продовольствием, водой, предметами первой необходимости, другими материальными средствами и услугами, жилыми помещениями для временного проживания, а также в оказании пострадавшему населению первой помощи;
- участие в мероприятиях по эвакуации населения, материальных и культурных ценностей из зон чрезвычайных ситуаций;
- участие в проведении работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения;

Применение спасательных воинских формирований в мирное время осуществляется Министром Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее -

Министр), в военное время - на основании распоряжения Президента Российской Федерации.

Для организации тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ развернута группировка сил пожарно-спасательных подразделений МЧС России, насчитывающая **250** тысяч человек.

Государственная противопожарная служба МЧС России (ГПС МЧС России) - основной вид государственной пожарной охраны, созданный с целью защиты жизни и здоровья людей, имущества от пожаров, организации и осуществления государственного пожарного надзора в РФ за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений. ГПС до 2001 входила в состав МВД России в качестве единой самостоятельной оперативной службы, с 01 января 2002 ГПС вошла в систему МЧС России.

Противопожарная служба в наши дни – это самая быстрая структура по оказанию экстренной помощи. Она является основой современной службы спасения.

Основные задачи ГПС:

– тушением пожаров,

– осуществляет государственный пожарный надзор

– обучает население в области пожарной безопасности.

– организует и осуществляет в установленном порядке охрану населённых пунктов и предприятий от пожаров,

– проводит работы и услуги в области пожарной безопасности;

– осуществляет финансовое и материально-техническое обеспечение деятельности органов управления и подразделений ГПС;

– координирует деятельность других видов пожарной охраны;

– разрабатывает и организует осуществление единой научно-технической политики в области пожарной безопасности;

– осуществляет подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров для пожарной охраны.

В арсенале пожарных-спасателей самая мощная техника: пожарные автомобили, корабли и катера, а также специальные вертолеты и даже поезда.

Региональные поисково-спасательные отряды (в каждом РЦ по одному) предназначены для:

– оперативного реагирования на ЧС природного и техногенного характера;

– проведение работ по их ликвидации, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей;

– спасение материальных и культурных ценностей;

– снижение размеров ущерба природной среде.

Общая численность группировки составляет - **4681** человек.

Основными задачами ПСО являются:

– круглосуточное поддержание постоянной готовности спасателей (спасательного оборудования, снаряжения, средств транспорта, связи и жизнеобеспечения к оперативному реагированию на ЧС, аварии, происшествия и проведению работ по их ликвидации;

– организация и проведение в установленном порядке поисково-спасательных, аварийных и других неотложных работ;

– оказание медицинской помощи пострадавшим;

– проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров в зоне ЧС;

– эвакуация пострадавших и материальных ценностей из зоны ЧС;

– проведение по заданиям МЧС России опытной эксплуатации и испытаний новых образцов аварийно-спасательных средств;

– участие в международных, федеральных, региональных соревнованиях по многоборью спасателей;

– участие в установленном порядке в международном сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации ЧС и обеспечения безопасности людей на водных объектах.

Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации (ГИМС России) – это территориальный орган ГИМС МЧС России исполняющий государственную функцию по надзору на водных объектах за пользованием маломерными судами, базами (сооружениями) для их стоянок и иными объектами (пляжи, переправы и наплавные мосты).

Состав системы ГИМС МЧС России:

- Управление государственной инспекции по маломерным судам МЧС России;
- **6** отделов ГИМС в составе региональных центров МЧС России;
- **88** территориальных органов ГИМС (отделов) в составе главных управлений МЧС России по субъектам РФ;
- **82** центра ГИМС МЧС России по субъектам РФ, в состав которых входят **110** инспекторских отделений, **512** инспекторских участков, **89** групп технического надзора, **94** группы регистрационной и экзаменационной работы, **138 г**групп патрульной службы;
- государственное учреждение «Центр обеспечения деятельности ГИМС МЧС России».

Штатная численность ГИМС МЧС России в настоящее время составляет - **5155** человек, из них государственных инспекторов по маломерным судам — **3022** человека, в том числе в центрах ГИМС по субъектам РФ — **2133** человек.

Основные задачи ГИМС МЧС России:

- осуществление государственного и технического надзора за маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок и их пользованием во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;
- осуществление безопасности людей на водных объектах (в пределах своей компетенции).

Военизированные горноспасательные части (ВГСЧ) предназначены для осуществления горноспасательного обслуживания организаций, ведущих горные и другие работы на опасных производственных объектах угольной, горнодобывающей, металлургической промышленности и подземного строительства, в период их строительства, реконструкции, эксплуатации, ликвидации или консервации.

Подразделения военизированных горноспасательных частей МЧС России (далее – ВГСЧ) территориально расположены в 32 субъектах Российской Федерации и структурно состоят из **18** военизированных горноспасательных отрядов (далее - ВГСО). Для оказания

помощи пострадавшим работникам обслуживаемых предприятий имеются **10** медицинских бригад экстренного реагирования (далее – МБЭР).

В состав ВГСЧ входит: 32 контрольно-испытательных лаборатории, выполняющих анализы проб шахтного воздуха, воды и материалов, применяемых при ведении аварийно-спасательных работ, и **8** служб депрессионных съемок для выполнения депрессионных тепловых съемок на подземных объектах.

Подразделениями ВГСЧ на договорной основе обслуживаются **1040** опасных производственных объектов, в том числе**: 91** угольная шахта, **73** подземных объекта по добыче полезных ископаемых**, 416** объектов по добыче полезных ископаемых открытым способом, **88** объектов строительства подземных сооружений, **132** предприятия по переработке и обогащению полезных ископаемых и **240** прочих опасных производственных объектов.

Общая численность группировки ФГУП «ВГСЧ» **- 4418 человек.**

Основные задачи:

– обеспечение горноспасательного обслуживания организаций в режиме круглосуточной готовности подразделений и служб к выезду на ликвидацию возможных аварий (катастроф);
– выполнение горноспасательных работ по спасению и эвакуации людей и оказание первой помощи при несчастных случаях непосредственно на их рабочем месте;
– ликвидация последствий взрывов и внезапных выбросов горной массы и газа, прорывов плывунов и затоплений горных выработок и других аварий;
– локализация и тушение подземных пожаров и пожаров на поверхностных объектах - выполнение газоспасательных работ при ликвидации технологических аварий в поверхностных цехах организаций металлургической промышленности;
– выполнение работ по предотвращению возникновения и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций на объектах и территориях по заданиям МЧС России.

Авиация МЧС России была образована 10 мая 1995 г. в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 457 "О создании Государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России».

Главная задача авиации МЧС России:

– авиационное обеспечение экстренного реагирования сил «чрезвычайного» ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование;
– участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС;
– авиация МЧС выполняет авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций (первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха);

– в рамках международной деятельности авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из «горячих точек» российских граждан и подданных стран

Авиационно-спасательные центры МЧС России.

Всего на территории Российской Федерации создано 12 Авиационно-спасательных центров МЧС России, которые находятся в каждом региональном центре МЧС России. Общая группировка составляет 12 тыс. человек, 53 воздушных судов.

Главными задачами, которые выполняют все авиационно-спасательные центры МЧС России, являются:

- дежурство по ЧС;
- десантирование (перевозка) спасателей (грузов);
- десантирование парашютистов-спасателей;
- десантирование спасателей с помощью спусковых устройств (СУ-Р);
- выполнение поисково-спасательных и эвакуационных работ;
- ликвидация разливов нефтепродуктов с применением ВОП;
- тушение пожаров с применение водосливного устройства (ВСУ-5А);
- ведение воздушной разведки;
- наведение вертолетов (самолетов) и поисковых наземных групп на заданные объекты;
- обеспечение управления и связи с поисково-спасательными группами;
- выполнение воздушных разведок, таких как: инженерная разведка местности; радиационная; химическая; разведка объектов на местности, а также разведка погоды.

Высшие учебные заведения:

В составе Министерства имеется **2** крупных, признанных на мировом уровне научно-исследовательских центра:

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ФГБУ «ВНИИПО»).

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» создано в **1937** г. в соответствии с Постановлением СНК СССР от **5 июля № 1057-252 с.**

С января 2002 — **Федеральное государственное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС РОССИИ (ФГБУ ВНИИПО) .**

Имеет два филиала:

– в Санкт-Петербурге
– в Красноярске

Основные задачи ВНИИПО.

- Участие в разработке и реализации государственной научно-технической политики в области пожарной безопасности;
- Решение научно-технических проблем в области пожарной безопасности;
- Научно-техническое, методическое и информационное обеспечение деятельности ГПС МЧС России;
- Эффективное использование и развитие научного, технического, производственного и хозяйственного потенциала института.

= **Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России.**

В соответствии с *Постановлением Правительства Российской Федерации* от **29 декабря 1992 г. № 968** ФГБУ ВНИИ ГОЧС является головной научной организацией МЧС России по проблемам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. .

В 2002 году ВНИИ ГОЧС присвоен статус ***Федерального центра науки и высоких технологий.*** Учредителем института является Правительство Российской Федерации. Полномочия учредителя осуществляет МЧС России.

Основные задачи ВНИИ ГОЧС:

– совершенствование нормативной базы в области ГО и защиты населения и территорий при ЧС;
– реформа технического регулирования;
– безопасность критически важных и потенциально опасных объектов;
– формирование культуры безопасности жизнедеятельности;
– научно-техническое обеспечение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
– завершение создания лабораторно-экспериментальной базы.

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,

Академий:

– *Академия гражданской защиты МЧС России* (г. Москва),
– *Академия Государственной противопожарной службы МЧС России* (г. Москва),
– *Дальневосточная пожарно-спасательная академия* (о. Русский, г. Владивосток),
– *Ивановская пожарно-спасательная академия* Государственной противопожарной службы МЧС России (г. Иваново),
– *Сибирская пожарно-спасательная академия государственной противопожарной службы МЧС России.*

2 Института (Уральский и Воронежский институты ГПС МЧС России).

Главной и основной задачей всех учебных заведений МЧС России является:

– получение знаний и практических навыков, которые необходимы специалисту Государственной противопожарной службы;
– формирование профессионально - значимых качеств;
– совершенствование своего профессионального мастерства;
– получение курсантами учебных заведений прочных теоретических знаний и овладение практическими навыками;
– необходимыми для решения задач по предупреждению и тушению пожаров;
– проведению связанных с ними первоочередных спасательных работ;

– совершенствованию пожарной безопасности населенных пунктов и объектов различного назначения и форм собственности.

ВОПРОС 2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЧС РОССИИ

В каком направлении идет развитие системы МЧС России, учитывая цели дальнейшего развития системы реагирования на чрезвычайные ситуации, для гарантированной доступности помощи конкретному человеку на территории РФ.

30 октября 2016 года Министр МЧС России Владимир Пучков выступил с докладом «**О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС-2030)**» на заседании Экспертного совета МЧС России. Во главу угла ставится комплексный подход к обеспечению безопасности жизнедеятельности населения. Кроме того, система гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций должна быть актуализирована в соответствии с реальными угрозами и возможными рисками с учётом региональной и локальной специфики. Требуется внедрение нового принципа: переход от оперативного реагирования к управлению рисками, профилактике и предупреждению чрезвычайных ситуаций.

1. Создание аэромобильной группировки сил и средств

Для ликвидации последствий крупно-масштабных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Российской Федерации в соответствии с решением коллегии МЧС России от 19.02.2014 № 1 создается аэромобильная группировка сил и средств МЧС России, штатной численностью **1** тысяча **245** человек, оснащенных **72** единицами техники различного назначения и **32** плавательными средствами. Аэромобильная группировка сил и средств МЧС России сформирована на базе Учебно-спасательных центров специализированных пожарно-спасательных частей, пожарных частей по тушению крупных пожаров, Регионального поисково-спасательных отрядов МЧС России, ВУЗов МЧС России, Авиационно-спасательных центров, а также подразделений ГИМС МЧС России. Подразделения, включенные в состав группировки, предназначены для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных паводком, природными пожарами, авариями на радиационно- и химически опасных объектах, а также крупными транспортными авариями, обрушением зданий и сооружений.

2. Создание Единых дежурно-диспетчерских служб

ЕДДС создаются с целью повышения готовности администрации и служб населенного пункта к реагированию на угрозу или возникновение чрезвычайных ситуаций, эффективности взаимодействия привлекаемых сил и средств городских служб при их совместных действиях по предупреждению и ликвидации ЧС.

Создание ЕДДС не отменяет существующего до ее появления в городских ДДС порядка приема от населения сообщений о происшествиях (по телефонам "01", "02", "03", "04" и других).

ЕДДС города функционирует круглосуточно и при этом должна:

- немедленно приступать к экстренным действиям по предотвращению и (или) ликвидации ЧС после получения необходимых данных;

- самостоятельно принимать решения по защите и спасению людей (в рамках своих полномочий), если возникшая обстановка не дает возможности для согласования экстренных действий с вышестоящими органами управления. ЕДДС несет ответственность за своевременность принятия необходимых экстренных мер по защите и спасению людей, материальных и культурных ценностей.

ЕДДС города включает в себя дежурно-диспетчерский персонал, пункт управления, технические средства управления, связи и оповещения. Для приема и передачи экстренных сообщений о ЧС на территории России предусматривается использование единого телефонного номера (кода 112) доступа к ЕДДС.

3. Создание системы приема вызова экстренных оперативных служб по телефонному номеру 112

В Российской Федерации традиционно действуют такие службы экстренного реагирования, как 01 - служба пожарной охраны, 02 - служба полиции, 03 - служба скорой медицинской помощи, 04 - аварийная служба газовой сети. С 1999 года созданы и функционируют единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований.

Номер 112 — это единый номер телефона, по которому гражданину можно будет осуществлять вызов всех существующих оперативных служб. 11 февраля 2013 года Президентом РФ подписан Федеральный закон РФ № 9-ФЗ, определяющий номер «112» — единым номером вызова экстренных оперативных служб для приёма сообщений о пожарах и чрезвычайных ситуациях.

Цели введения единого номера 112:

– поступление всех экстренных вызовов на единый диспетчерский пункт, диспетчер которого передает команду на реагирование соответствующей службе: пожарным, полиции, скорой медицинской помощи и т.д.;

– организация межведомственного взаимодействия при реагировании на вызовы экстренных оперативных служб.

В настоящее время в крупных городах и населенных пунктах Российской Федерации, имеющих важное социально-экономическое значение, в системе 112 осуществляется прием вызовов от населения, на всей остальной территории Российской Федерации систему 112 планируется развернуть в 2017 году.

4. Создание аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»

АПК «Безопасный город» - это интегрированная комплексная система, которая предназначена для обеспечения правопорядка, охраны безопасности граждан и их собственности в любом уголке современного города.

Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» утверждена распоряжением Правительства РФ в декабре 2014 года (№2446-р от 03.12.2014). Задача развития Аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» была передана МЧС России в том же году. Сегодня эта программа планируется к реализации в городах Екатеринбург, Челябинск, Тюмень, Ханты-Мансийск, Сургут,

Нижневартовск (всего 24 муниципальных образований в округе). В 2015 - 2016 годах спланирована реализация пилотных проектов «Безопасный город».

Комплекс «Безопасный город» будет представлять собой информационную систему, которая объединяет и анализирует информацию, поступающую от видеокамер и датчиков разного назначения в муниципальном образовании.

5. Создание комплексных систем экстренного оповещения населения (КСЭОН).

Задачи по заблаговременному проведению мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, оповещению, обучению населения, являются первостепенными в решении комплекса вопросов защиты населения и территорий. В настоящее время в субъектах Российской Федерации нормативными правовыми актами утверждены перечни **247** зон экстренного оповещения населения, в которые входит **580** населенных пункта, с населением **6** миллионов **490** тысяч человек.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13 ноября 2012 г. № 1522 организовано создание **комплексных систем экстренного оповещения населения об угрозе или о возникновении чрезвычайных ситуаций,** в целях безотлагательного и гарантированного оповещения населения, находящегося в районах, подверженных быстроразвивающимся природным и техногенным чрезвычайным ситуациям**.**

По состоянию на 1 января 2016 года созданы зоны экстренного оповещения в Ямало-Ненецком автономном округе, Свердловской, Тюменской областях, в 2016 году спланировано создание систем экстренного оповещения в Челябинской области и Ханты-Мансийском автономном округе.

Созданные системы экстренного оповещения населения позволят обеспечить гарантированное экстренное оповещение населения в районах расположения радиационно-опасных, химически, пожароопасных объектов, зонах затопления и распространения природных пожаров, создавать условия для сокращения гибели людей и размеров причиненного ущерба.

6. Система обеспечения безопасности жизнедеятельности в Арктической зоне

МЧС России осуществляются работы по созданию комплексной системы безопасности людей в Арктической зоне, за счет создания 10 **Арктических комплексных аварийно-спасательных центров численностью** 905 **человек. Завершено строительство** 3 **Арктических комплексных аварийно-спасательных центров (Архангельск, Нарьян-Мар, Дудинка), что позволяет прикрыть около** 30 % **Арктической зоны Российской Федерации. Для повышения мобильности сил и средств создается авиационная группировка из** 12 **вертолетов типа МИ-8МТВ и** 2 **самолетов типа Ан-74 (Ан-148).**

На полуострове Ямал возводится арктический порт Сабетта и второй в России завод по сжижению газа. В 2016 году в Надыме начнется строительство арктического спасательного центра. Приступая к своим арктическим проектам, Россия владеет всем арсеналом средств защиты. Север – край суровый, но, в МЧС России накоплен большой опыт обеспечения безопасности людей, и развития российской экономики.

Роль МЧС России – это стабильное развитие общества и сохранение благоприятной окружающей среды, защита человека и гуманитарное содействие населению в условиях катастроф и кризисов.

МЧС России – это высокотехнологичная современная служба Российской Федерации, являющаяся главной резервной системой на случай крупномасштабных ЧС, пожаров, бедствий, своевременно оказывающая квалифицированнуюпомощь и поддержку каждому, кто оказался в беде, и создающая условия для стабильного социально-экономического развития страны и её регионов.

В МЧС России на сегодняшний день создана эффективная современная система органов управления, сконцентрированы и применяются необходимые силы и средства, внедрены и развиваются современные технологии. Для развития этой основы необходимо повышать эффективность предупреждения, оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, стихийные бедствия, а эта задача – ваша, уважаемые коллеги, это задача для вас, тех, кто сегодня осваивает профессию и будет в будущем ежедневно заступать на боевое дежурство, ликвидировать чрезвычайные ситуации и оказывать помощь людям.

ТЕМА 3. Территориальные органы МЧС России

На предыдущей лекции мы разбирали, что МЧС России – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Цели лекции:

Ознакомиться со структурой, задачами Регионального центра по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации;

В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:

1) Региональные центры МЧС России.
2) Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации.

ВОПРОС № 1. Региональные центры МЧС России.

Территориальный орган Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - МЧС России) - Региональный центр по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Региональный центр МЧС России) предназначается для осуществления задач и функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Сокращенное наименование: Региональный центр МЧС России. (РЦ МЧС России)

Положение о региональном центре по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий утверждено приказом МЧС России **от 1 октября 2004 г. № 458.**

Региональный центр МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство спасательными воинскими формированиями МЧС России, подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее - ФПС), Государственной инспекцией по маломерным судам МЧС России (далее - ГИМС), пожарно-спасательными, поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями, центром управления в кризисных ситуациях регионального центра МЧС России, образовательными организациями МЧС России, авиационно-спасательным центром МЧС России и иными подразделениями и организациям МЧС России, подчиненными региональному центру МЧС России (далее - подчиненные подразделения), а также главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации в пределах своих полномочий.

Региональный центр МЧС России осуществляет свою деятельность во взаимодействии с полномочным представителем Президента Российской Федерации в соответствующем федеральном округе Российской Федерации, территориальными органами федеральных органов исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, общественными объединениями и организациями.

Структура и штатное расписание регионального центра МЧС России утверждаются Министром Российской Федерации по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Министр).

Основные задачи РЦ МЧС России:

– -реализация в пределах своей компетенции государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

– осуществление в пределах своей компетенции управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

– осуществление в пределах своей компетенции деятельности по организации и ведению гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а также экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях федерального уровня.

Территориальные органы МЧС России включают в себя **4** региональных центра, а в составе региональных центров – **82** Главных Управлений по субъектам РФ:

– Центральный (г. Москва);
– Северо-Западный (г. Санкт Петербург);
– Южный (г. Ростов на Дону);
– Сибирский (г. Красноярск);

Региональный центр МЧС России состоит из:

– Управления (Руководства) регионального центра
– Центр управления в кризисных ситуациях Уральского регионального центра МЧС России. (ЦУКС РЦ).
– Главные управления по делам ГО и ЧС МЧС России
– ФГКУ «Уральский учебно - спасательного центра МЧС России» (п. Новогорный, Челябинской области);
– ФГКУ «Уральский региональный поисково-спасательный отряд МЧС России» (г. Екатеринбург);
– ФГБУ «Авиационно-спасательный центр» (УАСЦ МЧС России, г. Екатеринбург);
– Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России (УФО).

Руководство регионального центра МЧС России:

– Начальник регионального центра МЧС России;
– Первый заместитель начальника регионального центра МЧС России;
– Заместитель начальника регионального центра (по Государственной противопожарной службе);
– Заместитель начальника регионального центра (по защите, мониторингу и предупреждению чрезвычайных ситуаций);
– Заместитель начальника регионального центра (по антитеррористической деятельности и оперативному планированию);
– Заместитель начальника регионального центра (по авиации);
– Заместителя руководителя территориального органа;
– Помощник начальника регионального центра.

Начальника физической подготовки и спорта. Управление регионального центра состоит из:

3 управлений, 8 отделов, 2 отделений, 1 группы**.**

Региональный центр МЧС России возглавляет начальник, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации по представлению Министра.

Начальник регионального центра МЧС России подчиняется Министру.

Основными управлениями являются:

– Управление (гражданской защиты);
– Управление (пожарно-спасательных сил и специальных формирований);
– Управление (материально-технического обеспечения).

Основными отделами являются:

– Организационно-мобилизационный отдел и комплектования;
– Информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи;
– Авиации и авиационно-спасательных технологий;
– По вопросам противодействия коррупции;
– По защите государственной тайны;
– Финансово-экономический;
– Административной работы и правовой деятельности.

Основными отделениями и группами являются:

– Информационного обеспечения деятельности (Пресс-служба);
– Контрактной работы;
– Финансового аудита.

Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации Уральского федерального округа:

– Главное управление МЧС России по Курганской области;
– Главное управление МЧС России по Свердловской области;
– Главное управление МЧС России по Тюменской области;
– Главное управление МЧС России по Челябинской области;
– Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре;
– Главное управление МЧС России Ямало-Ненецкому автономному округу.

ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Уральского регионального центра МЧС России» (ЦУКС РЦ г. Екатеринбург).

ЦУКС предназначен для

- специальных управленческих функций в области повседневного управления РСЧС;
- осуществления оперативного управления дежурными силами и средствами в Уральском федеральном округе РФ (далее - УрФО);
- сбора и обработки информации о чрезвычайных ситуациях и о ходе проведения аварийно-спасательных работ при их ликвидации;
- решения задач по обеспечению всеми видами связи (спутниковой, тропосферной, радио, проводной) при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- управления гражданской обороной, контроля за ее состоянием и готовностью.

Штатная численность составляет –**176 чел**.

ФГКУ «Уральский учебно - спасательного центра МЧС России» (п. Новогорный, Челябинской области).

Уральский УСЦ МЧС России предназначен для:

- участия в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС, а также в обучении населения в области гражданской обороны;
- ведение радиационной, химической и неспецифической бактериологической (биологической) разведки в зонах ЧС, а также на маршрутах выдвижения к ним;
- участие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ по оперативной локализации и ликвидации ЧС природного и техногенного характера на территории Российской Федерации;
- участие в проведении пиротехнических работ, связанных с обезвреживанием авиационных бомб и фугасов, а также в гуманитарном разминировании;
- участие в проведении работ по санитарной обработке населения, обеззараживанию зданий и сооружений, специальной обработке техники, имущества и территорий;
- участие в доставке грузов, перевозимых в зоны ЧС, в том числе в качестве гуманитарной помощи иностранным государствам;
- участие в обеспечении пострадавшего населения продовольствием, водой, предметами первой необходимости, другими материальными средствами и услугами, жилыми помещениями для временного проживания, а также в оказании пострадавшему населению первой помощи;
- участие в мероприятиях по эвакуации населения, материальных и культурных ценностей из зон чрезвычайных ситуаций;
- участие в проведении работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения.

Штатная численность УСЦ составляет - **588** человек.

Основными задачами являются:

– ликвидация ЧС на Белоярской АЭС

– ликвидация ЧС на НПО «Маяк»

– принятие участия в ликвидации ЧС по решению начальника регионального центра.

Уральский региональный поисково-спасательный отряд МЧС России» (г. Екатеринбург)

Предназначен для:

– оперативного реагирования на ЧС природного и техногенного характера;

– проведение работ по их ликвидации, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей;

– спасение материальных и культурных ценностей;

– снижение размеров ущерба природной среде.

Штатная численность УРПСО составляет - **146** человек.

На вооружении находится:

– Транспортные средства повышенной проходимости (снегоходы, прицепы, и т.д.);

– Плав. средства;

– Спасательное электро, пневмо ,гидро-, газорезотельное механическое оборудование;

– Средства связи, оповещения и навигации;

– Горное и альпинистское снаряжение;

– Групповое водолазное снаряжение;
– Средства обнаружения пострадавших;
– Средства Радиационного и химического контроля;
– Сигнальные средства и другие.

Основными задачами являются:

– круглосуточное поддержание постоянной готовности спасателей (спасательного оборудования, снаряжения, средств транспорта, связи и жизнеобеспечения к оперативному реагированию на ЧС, аварии, происшествия и проведению работ по их ликвидации;

– организация и проведение в установленном порядке поисково-спасательных, аварийных и других работ;

– оказание медицинской помощи пострадавшим;

– проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров в зоне ЧС;

– эвакуация пострадавших и материальных ценностей из зоны ЧС;

– проведение по заданиям МЧС России опытной эксплуатации и испытаний новых образцов аварийно-спасательных средств;

– участие в установленном порядке в международном сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации ЧС и обеспечения безопасности людей на водных объектах.

ФГБУ «Авиационно-спасательный центр» (УРЦ МЧС России, г. Екатеринбург, ул. Большакова, 11 а).

Главные задачи, которые выполняют все авиационно-спасательные центры МЧС России, являются:

- дежурство по ЧС;
- десантирование (перевозка) спасателей (грузов);
- десантирование парашютистов-спасателей;
- десантирование спасателей с помощью спусковых устройств (СУ-Р);
- выполнение поисково-спасательных и эвакуационных работ;
- ликвидация разливов нефтепродуктов с применением ВОП;
- тушение пожаров с применение водосливного устройства (ВСУ-5А);
- ведение воздушной разведки;
- наведение вертолетов (самолетов) и поисковых наземных групп на заданные объекты;
- обеспечение управления и связи с поисково-спасательными группами;
- выполнение воздушных разведок, таких как: инженерная разведка местности; радиационная; химическая; разведка объектов на местности, а также разведка погоды.

Штатная численность составляет **148** человек, **3** вертолета Ми-8 (**9** экипажей). Сроки готовности к вылету – 20 минут круглосуточно. Место базирования вертолетов аэропорт «Кольцово»
(г. Екатеринбург).

Подразделения Федеральной противопожарной службы МЧС России (УРЦ МЧС России).

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ и приказом МЧС России от 05.05.2008 года № 240 на территории Уральского федерального округа создано **6** территориальных **и 85** местных пожарно-спасательных гарнизонов, в их составе **2829**

подразделений пожарной охраны, из них: **185** подразделений частной пожарной охраны и **1331** подразделение ДПО.

Численность подразделений пожарной охраны всех видов составляет **61223** человека личного состава, в том числе **4134** частной пожарной охраны и **23729** ДПО.

На вооружении подразделений пожарной охраны имеется **4963** единиц основной и специальной пожарной техники.

Основными задачами пожарной охраны являются:

– организация и осуществление профилактики пожаров;

– спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи;

– организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России» (ФГБОУ УрИГПС МЧС России, г. Екатеринбург).

Штатная численность составляет – 1490 человек.

Основными задачами являются:

– получение знаний и практических навыков, которые необходимы специалисту Государственной противопожарной службы;

– формирование профессионально - значимых качеств;

– совершенствование своего профессионального мастерства;

– получение курсантами учебных заведений прочных теоретических знаний и овладение практическими навыками;

– необходимыми для решения задач по предупреждению и тушению пожаров;

– проведению связанных с ними первоочередных спасательных работ;

– совершенствованию пожарной безопасности населенных пунктов и объектов различного назначения и форм собственности.

Краткая характеристика Уральского федерального округа

Уральский федеральный округ - административно-территориальное образование в Уральской части России, образованное в соответствии с указом Президента Российской Федерации от **13 мая 2000 г № 849**.

В состав территории Уральского федерального округа входит **6** субъектов Российской Федерации – Курганская, Свердловская, Челябинская, Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Федеральный округ граничит:

на севере с Республикой Коми, Ненецким автономным округом, омывается на севере Карским морем;

на востоке с Красноярским краем, Томской и Омской областями;

на юге по государственной границе с Республикой Казахстан;

на западе с Оренбургской областью, Республикой Башкортостан и Пермским краем.

Федеральный округ имеет государственную сухопутную границу с Республикой Казахстан протяжённостью **1465,1** километров (Курганская, Тюменская, Челябинская области.

Площадь территории субъектов Российской Федерации, входящих в Уральский федеральный округ составляет **1 миллион 819** тысяч квадратных километров, что составляет около 10 % площади территории Российской Федерации.

Площадь территории и количество населения субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа

№	Субъект РФ	Площадь территории, тыс. кв. км.	Количество населения, тыс. чел.	Городское, тыс. чел.	Сельское, тыс. чел.
1.	Курганская область	71,49	885,759	537,681	348,078
2.	Свердловская область	194,80	4315,830	3628,452	687,378
3.	Челябинская область	88,53	3485,272	2865,583	619,683
4.	Тюменская область	160,10	1385,008	860,041	524,967
5.	Ханты-Мансийский АО	534,80	1584,063	1454,692	129,371
6.	Ямало-Ненецкий АО	769,30	541,612	453,680	87,932
7.	УрФО	1819,02	12197,544	9800,129	2397,415

Численность населения Уральского федерального округа составляет **12** миллионов**197,5**тысяччеловек
(8,5 % от общей численности населения России), из них городских жителей **9** миллионов **800** тысяч человек (80,3 %), сельских жителей **2 миллиона 397,4** тысяч человек (19,6 %).

Административно-территориальное деление субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа, обусловлено созданием на его территории в соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 г. № 131 ФЗ **1364** органа местного самоуправления, осуществляющего местное самоуправление в **5774** населенных пунктах.

Центром федерального округа является город Екатеринбург.

Самые крупные города округа с населением более одного миллиона человек — Екатеринбург и Челябинск.

Кроме того, на территории Свердловской и Челябинской областей расположено **7** закрытых административно-территориальных образования с населением численностью **344,6** тысячи человек.

Сведения о количестве закрытых административно-территориальных образований

№	Наименование Субъекта РФ	ЗАТО	Характер производства	Численность населения, тыс. человек
1.	Свердловская область	Свободный	Размещение ракетных войск	16,6
2.		Новоуральск	Атомная промышленность	98,7

3.		Лесной	Производство ядерного оружия	57,7
4.		Уральский	Размещение ракетных войск	2,8
5.	Челябинская область	Трехгорный	Размещение ракетных войск	31,5
6.		Озерск	Производство ядерного оружия	88,2
7.		Снежинск	Производство ядерного оружия	49,1

Географические и климатические особенности территории УрФО, влияющие на формирование источников чрезвычайных ситуаций

Уральские горы – горная система, расположенная между Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинами, длиной более **2000** километров, шириной от **40 до 150** километров.

По характеру рельефа горная полоса Урала делится на Полярный, Приполярный, Северный, Средний Урал и Южный Урал.

Климат Уральского региона отличается резкими перепадами и изменениями температурно-климатического характера:

Весна продолжается в среднем 1,5-2 месяца.

Лето начинается с окончанием заморозков на юге территории в начале мая, на севере – в конце мая. Самый теплый месяц – июль.

Осень наступает с появлением первых заморозков на севере территории в начале сентября, на юге – в конце ноября.

Зима наступает на севере территории в сентябре-октябре, с образованием устойчивого снежного покрова, на юге и в центральной части – в ноябре.

Уральский регион характеризуется обширной гидрографической сетью: на территории Уральского федерального округа протекает более 30 тыс. рек и расположено более 6 тыс. озер.

Основными судоходными реками региона являются: Обь, Иртыш, Тобол, Ишим, Тура, Сосьва, Тавда.

Все реки и водохранилища зимой замерзают. Устойчивый ледостав наблюдается в середине декабря. Толщина льда достигает **50-60** см и более. Вскрытие рек начинается в первой половине апреля.

В настоящее время на учете в управлениях Ростехнадзора состоит **1054** гидротехнических сооружений (плотины прудов и водохранилищ, сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций, плотины промышленных предприятий, объектов энергетики и др.).

Вывод:

Созданная структура органов управления РЦ МЧС России, группировка сил - позволяет осуществлять устойчивое управление при проведении мероприятий по гражданской обороне, предупреждению чрезвычайных ситуаций, экстренному реагированию, профилактике и тушению пожаров.

ВОПРОС № 2. Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации

В системе МЧС России имеется **85** Главных Управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, при этом главные управления МЧС России по городу Москве, Республике Крым и городу Севастополь являются самостоятельными территориальными органами.

Территориальный орган МЧС России - орган, специально уполномоченный решать задачи в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

Положение о Главном управлении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъекту Российской Федерации утверждено приказом МЧС России **№ 372 от 6 августа 2004** г. **(ГУ ГО и ЧС)**

Главное управление МЧС России осуществляет в установленном порядке руководство подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России, Государственной инспекции по маломерным судам МЧС России, пожарно-спасательными, поисково-спасательными, аварийно-спасательными формированиями и иными подразделениями и организациями МЧС России, дислоцированными на территории соответствующего субъекта Российской Федерации.

Главное управление МЧС России состоит из:

– Управление (Руководства) Главного управления МЧС России по Свердловской области (г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 8а);

– ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Свердловской области» (ЦУКС МЧС России г. Екатеринбург);

– Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России по Свердловской области.

Основными *задачами Главного управления* МЧС России являются:

– реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации в пределах установленных полномочий;

– осуществление управления в пределах своей компетенции в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

– -осуществление в установленном порядке надзорных и контрольных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации;

– осуществление деятельности в пределах своей компетенции по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, в том числе по чрезвычайному гуманитарному реагированию, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации.

<u>Руководство ГУ МЧС России:</u>

Главное управление МЧС России возглавляет начальник Главного управления МЧС России (далее - начальник Главного управления) одновременно по занимаемой должности

являющийся главным государственным инспектором субъекта Российской Федерации по пожарному надзору.

Начальник Главного управления назначается на должность и освобождается от должности в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Начальник ГУ имеет **6** заместителей:

– *Первый заместитель начальника Главного управления МЧС России по Свердловской области;*

– *Заместитель начальника главного управления (по антикризисному управлению);*

– *Заместитель начальника главного управления (по государственной противопожарной службе);*

– *Заместитель начальника главного управления (по защите, мониторингу и предупреждению чрезвычайных ситуаций);*

– *2 Заместителя руководителя территориального органа.*

В состав Главного управления регионального центра входят **4** управления, а также **10** отделов, **2** отделения.

Основными управлениями являются:

– Управление надзорной деятельности и профилактической работе;

– Управление (гражданской защиты);

– Управление (организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ);

– Управление (материально-технического обеспечения).

Основными отделами являются:

– Отдел оперативного планирования;

– Организационно-мобилизационный отдел;

– Отдел кадров, воспитательной работы, профессиональной подготовки и психологического обеспечения;

– Финансово-экономическое отдел;

– Отдел безопасности на водных объектах;

– Информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи;

– Информационного обеспечения деятельности (Пресс-служба);

– По защите государственной тайны;

– Юридический;

– Контрольно-ревизионный.

Основными отделениями являются:

– Контрактной работы;

– Документооборота.

ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Свердловской области» (ЦУКС МЧС России)

ЦУКС предназначен для

– специальных управленческих функций в области повседневного управления РСЧС;

– осуществления оперативного управления дежурными силами и средствами Свердловской области;

– сбора и обработки информации о чрезвычайных ситуациях и о ходе проведения аварийно-спасательных работ при их ликвидации;

– решения задач по обеспечению всеми видами связи (спутниковой, тропосферной, радио, проводной) при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– управления гражданской обороной, контроля за ее состоянием и готовностью.

Основными задачами ЦУКС являются:

В соответствии с заключенными соглашениями о взаимодействии на случай возникновения чрезвычайных ситуаций, осуществляется информационный обмен между ЦУКС ГУ и ЕДДС муниципальных образований.

Штатная численность составляет – **209** человек.

Подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России по Свердловской области.

Всего в Свердловской области имеется **17** ОФПС и **44** ПЧ, в г. Екатеринбурге имеется **два** ОФПС (1ОФПС (5 ПЧ) **и 60** ОФПС (4 ПЧ)

Общая штатная численность составляет – **5869** человек.

Общие сведения о Свердловской области

Свердловская область в современных границах образована в январе 1934 года. Это самая большая область Уральского экономического района, она расположена на территории Среднего и Северного Урала и на примыкающей к Уралу части Западно-Сибирской равнины. Площадь территории **194,3** тыс. кв. км. Ее протяженность с запада на восток **– 450** км, а с севера на юг - **600** км. Граничит с республиками Коми, Башкортостан, областями Челябинской, Курганской и Свердловской, Пермским краем.

Около 1/8 территории Свердловской области приходится на Горный Урал.

Для равнин Свердловской области характерны таежные и лесостепные ландшафты с преобладанием сосново-еловых лесов на севере, сосново-березовых — на юго-востоке и европейских широколиственно-еловых и березово-дубовых лесов на юго-западе.

Климат Свердловской области отличается резкими перепадами и изменениями температурно-климатического характера, в Свердловской области климат резко-континентальный, средняя температура в весенне-летний пожароопасный период **15-28 °С.**

Снежный покров разрушается в марте-мае. Высота снежного покрова достигает **от 20-30 см** на юге, до **70-80** см и более на севере

Главными водными артериями области являются реки: Тавда, Тура, Сосьва, Исеть.

Наиболее крупными водохранилищами являются: Белоярское, Рефтинское, Верхнемакарьевское, Волчихинское.

Основными судоходными реками региона являются: Сосьва, Тавда.

Административное деление, население и населенные пункты округа

Численность населения Свердловской области составляет **4328942** человек (3 % от общей численности населения России), из них городских жителей – 83,97 %, сельских – 16,03 %.

В соответствии с административно-территориальным делением Свердловской области, на её территории в соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ создано **1351** органов местного самоуправления.

Область административно состоит из **30** районов, **25** городов, **4** закрытых административно-территориальных образований, объединённых в **73** муниципальных

образования (**68** городских округов и **5** муниципальных районов).

Центром Свердловской области является город Екатеринбург с населением более 1,4 миллиона человек.

Численность - населения по состоянию на 1. 01. 2016г. составила **4646,4** тыс. человек, в том числе городского **4064,8** тыс. человек и сельского **515,6** тыс. человек

Свердловская область относится к регионам с высоким инвестиционным потенциалом (3,3% от общероссийского) и умеренным риском, занимая среди регионов страны третье место по промышленному производству, пятое место по налоговым платежам в федеральный бюджет, девятую позицию по объемам сельскохозяйственного производства.

Вывод:

МЧС России – это высокотехнологичная современная служба Российской Федерации, являющаяся главной резервной системой на случай крупномасштабных ЧС, пожаров, бедствий, своевременно оказывающая квалифицированную помощь и поддержку каждому, кто оказался в беде, и создающая условия для стабильного социально-экономического развития страны и её регионов.

ТЕМА № 4. История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в российской федерации

Сегодня мы с вами проводим занятие на тему:

«История создания, становления и перспективы развития гражданской обороны в Российской Федерации»

Целью данной лекции является:

Ознакомить Вас с краткой историей создания и становления гражданской обороны. Раскрыть понятия: гражданская оборона, её задачи, организационная структура и перспективами развития гражданской обороны.

В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:

1) История создания и становления гражданской обороны.
2) Структура, руководство, полномочия и силы гражданской обороны.
3) Перспективные направления развития гражданской обороны.
4) Порядок приведения гражданской обороны в высшие степени готовности. Основные мероприятия.
5) Действия населения по сигналам гражданской обороны.

ВВЕДЕНИЕ.

В своей внешней политике руководство Российского государства выступая с реальной программой спасения человечества от ядерной угрозы, предложило конкретные меры по развитию международных отношений на принципах равенства, всеобщей безопасности и уважения суверенитета всех стран.

За период, прошедший после 2-й мировой войны, руководство нашего государства внесло более ста мирных предложений, в том числе, предложение о всеобщем и полном разоружении под строгим международным контролем и развернутую программу ликвидации ядерного оружия к концу нынешнего века, уничтожение химического оружия и глубоких сокращений обычного оружия.

Однако в мире имеются силы, стремящиеся сломать военно-стратегический паритет, достичь ядерного превосходства и вести политику с позиции сил. В этих условиях руководителями Российской Федерации предпринимают меры по быстрейшему наращиванию экономического потенциала, поддержанию на должном уровне обороноспособности страны.

Большое внимание уделяется также укреплению и совершенствованию Гражданской обороны Российской Федерации, перестройке ее деятельности. Опыт ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС и землетрясений в Армении и на о. Сахалин показали необходимость повышения мобильности и готовности сил ГО, уделению большого внимания качеству обучения и подготовки невоенизированных формирований действиям при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях, оснащению их современными приборами и техникой.

Гражданская обороны страны призвана обеспечить защиту населения от действия оружия массового поражения (ОМП), устойчивую работу в военное время промышленности и сельского хозяйства, а также быстрейшую ликвидацию последствий применения противником ОМП.

Вопрос № 1. История создания и становления гражданской обороны.

В первые годы становления Советской власти начался закладываться фундамент гражданской обороны.

Первые мероприятия МПВО были осуществлены в Петрограде в марте 1918 года после первой воздушной бомбардировки города немецкой авиацией.

Опираясь на опыт гражданской войны и растущее военное значение авиации, Советское правительство начиная с 1925 года издало ряд постановлений, направленных на создание и укрепление ПВО страны.

В 1926 году Совет Труда и Обороны СССР (СТО СССР) издал постановление обязывающее проведение мероприятий по ПВО на железных дорогах в пределах угрожаемой зоны. В частности, при Ж/Д станциях должны были строиться убежища и создаваться специальные формирования ПВО и противохимической защиты.

Общее руководство мероприятиями ПВО было возложено на Наркомат по военным и морским делам.

Организацией обучения населения защите от воздушного и химического нападения занимался главным образом Союз общества Красного Креста и Красного Полумесяца (СОКК и КП).

4 октября 1932 года Совет Народных Комиссаров утвердил новое Положение о ПВО Союза ССР, согласно которому местная ПВО была выделена в самостоятельную составную часть всей системы ПВО Советского государства. С этой даты принято отсчитывать начало существования общесоюзной МПВО, преемницей которой стала Гражданская оборона СССР.

В октябре 1940 года постановлением Совнаркома система МПВО была передана в ведение Народного Комиссариата внутренних дел.

В годы Великой Отечественной войны МПВО накопила богатый опыт организации защиты населения от ударов противника с воздуха и ликвидации их последствий.

МПВО успешно справилась со своими задачами: -затруднить поражение целей в городах и народнохозяйственных объектов; обеспечить защиту граждан и оказать помощь пострадавшим; проводить аварийно-восстановительные работы в очагах поражения; повышать устойчивость функционирования предприятий, коммунально-энергетических сетей.

В послевоенный период, опираясь на богатый опыт Великой Отечественной войны, МПВО неуклонно продолжала совершенствоваться. В 1946-1961 гг. шел поиск эффективных путей защиты населения и объектов народного хозяйства на случай применения вероятным противником ОМП

В 1961 году утверждено Положение о Гражданской обороне СССР, в соответствии с которым закрепился территориально-производственный принцип ее строительства.

Были пересмотрены основные взгляды и положения, касающиеся проблем защиты населения, повышения функционирования предприятий в военное время.

Гражданская оборона стала преемницей, прямой наследницей МПВО.

С сентября 1974 года непосредственное руководство системой ГО вновь, как и в 30-е годы, было передано военному ведомству. Данное решение позволило поднять развитие ГО на более высокую ступень, обеспечило более эффективное руководство его на всех уровнях территориальных военных органов управления, министерств и ведомств.

С декабря 1990 года система Гражданской обороны вышла на очередной этап развития. С созданием Российского корпуса спасателей, преобразованного в последующем в Государственный комитет РСФСР по чрезвычайным ситуациям при Президенте Российской Федерации, а затем в Государственный комитет по делам Гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Гражданская оборона органически влилась в создаваемую Российскую систему предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС).

Гражданская оборона – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или в следствии военных конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Гражданская оборона Российской Федерации является составной частью системы общегосударственных оборонных мероприятий, проводимых в мирное время для защиты населения и народного хозяйства страны от оружия массового поражения, и других современных средств нападения противника, а также для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления.

Свое предназначение Гражданская оборона призвана осуществлять вместе с вооруженными силами РФ. Проводя оборонительные мероприятия, Гражданская оборона должна обеспечивать максимальное ослабление воздействия оружия противника в случаях применения его по городам, промышленным предприятиям, железнодорожным узлам и другим важным объектам.

Опыт многочисленных учений ГО, проведенных на объектах народного хозяйства, данные научных исследований свидетельствуют о том, что при хорошей постановке Гражданской обороны, умелом осуществлении комплекса мероприятий по защите населения и объектов народного хозяйства страны можно добиться значительного снижения губительных последствий применения противником средств массового поражения.

Гражданская оборона Российской Федерации организуется таким образом, чтобы было возможно практически осуществить ее мероприятия во всех необходимых случаях немедленно и в полном объеме в соответствии с обстановкой.

До 1987 г. усилия ГО в основном были направлены на осуществление оборонных, экономических и социальных мероприятий в целях защиты населения и национального достояния от последствий применения возможным противником современных средств поражения. Это понимание ГО полностью соответствовало международному праву, которое определяет ее как выполнение гуманитарных задач по защите гражданского населения от последствий военных действий и стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также созданию условий для его выживания.

Статус Гражданской обороны был установлен Дополнительным протоколом № 1 к Женевским конвенциям о защите жертв войн, ратифицированным Верховным Советом СССР в августе 1989 года.

Структура Гражданской обороны была достаточно совершенной, о чем свидетельствует ее оценка многочисленными зарубежными экспертами, посетившими нашу страну в последние годы (США, Канады, Швеции, Финляндии, Германии, Италии, Швейцарии и др.).

В то же время, действия Гражданской обороны в крупномасштабных ситуациях мирного времени (Чернобыль, о. Сахалин и др.) показали ее недостаточную эффективность. Поэтому с 1987 года на ГО возложены задачи ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное время.

Таким образом, на данном этапе на ГО возложены следующие задачи:

1. Защита населения и национального достояния страны от опасностей, возникающих при военных действиях.

2. Оповещение населения об угрозе жизни и здоровья людей и о порядке действий в сложившейся обстановке.

3. Защита водоисточников и систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, продовольствия, пищевого сырья, животных и растений при чрезвычайных ситуациях.

4. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения.

5. Первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения.

6. Участие в разработке и осуществлении мер, направленных на повышение устойчивости функционирования отраслей народного хозяйства, предприятий, учреждений и организаций в военное время.

7. Создание и поддержание в готовности систем управления, сил и средств ГО.

8. Мобилизационная подготовка Гражданской обороны.

9. Подготовка руководящего состава, органов управления и сил ГО, обучение населения по вопросам Гражданской обороны.

В начале 1998 года вступил в действие Федеральный закон Российской Федерации № 28-ФЗ «О Гражданской обороне». Впервые в истории России проблемы гражданской обороны были регламентированы законодательным актом.

Данным законом было закреплено 15 основных задач в области гражданской обороны:

1) обучение населения в области гражданской обороны;

2) оповещение населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

3) эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

4) предоставление населению убежищ и средств индивидуальной защиты;

5) проведение мероприятий по световой маскировке и другим видам маскировки;

6) проведение аварийно-спасательных работ в случае возникновения опасностей для населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

7) первоочередное обеспечение населения, пострадавшего при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, в том числе медицинское обслуживание, оказание первой помощи, срочное предоставление жилья и принятие других необходимых мер;

8) борьба с пожарами, возникшими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;

9) обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному заражению;

10) санитарная обработка населения, обеззараживание зданий и сооружений, специальная обработка техники и территорий;

11) восстановление и поддержание порядка в районах, пострадавших при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

12) срочное восстановление функционирования необходимых коммунальных служб в военное время;

13) срочное захоронение трупов в военное время;

14) разработка и осуществление мер, направленных на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;

15) обеспечение постоянной готовности сил и средств гражданской обороны.

Это дало **возможность** приступить к дальнейшей реорганизации гражданской обороны страны в целях повышения её готовности к защите населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении современных войн, а также при чрезвычайных ситуациях различного характера в мирное время.

Силы и средства гражданской обороны неоднократно использовались при возникновении крупномасштабных чрезвычайных ситуаций. Так, когда **в ноябре 2005 года** в китайской провинции Цзилинь произошла серия взрывов на химической фабрике, в

результате которых в реку Сунгари вылилось около 100 тонн опасных веществ (в основном, бензола и нитробензола) и 16 декабря пятно достигло Амура, для выполнения задач мониторинга была мобилизована практически вся сеть наблюдения и лабораторного контроля Хабаровского края. В первую очередь, были задействованы наиболее универсальные лаборатории «Водоканала», «ХабЭнерго» и ДВО РАН. С целью недопущения трансграничного переноса опасных химических веществ к водозаборам поселений и главному водозабору питьевого водоснабжения Хабаровска были развернуты гидротехнические работы. Для этого совместно с китайскими специалистами была перекрыта дамбой протока Казакевичева, что исключило попадание загрязненных вод в Амурскую протоку и далее – на водозаборы Хабаровска. Была также перекрыта протока Пензенская и чистые амурские воды пошли ближе к Хабаровску и разбавили загрязненные.

Все водозаборы Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Амурска и Николаевска-на-Амуре были переведены на работу на активированном угле. Технологии и оборудование очистных сооружений хабаровского «Водоканала» были подготовлены для нейтрализации нитробензолов при уровнях от двух ПДК. В дальнейшем превышения концентрации опасных веществ не зафиксировано, питьевая вода в системах водоснабжения отвечала санитарным нормам.

В ноябре 2007 года постановлением Правительства Российской Федерации РФ от 26 ноября 2007 г. № 804 было утверждено «Положение о гражданской обороне Российской Федерации», которое определило порядок подготовки к ведению и порядок ведения гражданской обороны в Российской Федерации, а также основные мероприятия гражданской обороны, направленные на выполнение задач гражданской обороны.

Реализация комплекса мероприятий по совершенствованию гражданской обороны позволила **в августе 2008 года** силами гражданской обороны эффективно осуществить гуманитарную операцию по оказанию помощи населению Южной Осетии, пострадавшему от агрессии Грузии. В результате из зоны конфликта было эвакуировано более 37 тыс. человек, были развернуты стационарные пункты временного размещения на шесть тысяч человек. Для оказания помощи пострадавшим в зону конфликта в течение трех первых суток было доставлено 11500 тонн гуманитарного груза.

Сотни специалистов ликвидировали последствия катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС **в 2009 году.**

В период жаркого лета 2010 года силы Гражданской обороны, включая спасательные воинские формирования, приняли непосредственное участие в ликвидации крупных природных и лесных пожаров, показав на практике свои возможности по эффективному выполнению поставленных задач.

В марте 2011 года в связи со сложной обстановкой на японских АЭС, включая аварию на «Фукусиме», была развернута сеть наблюдения и лабораторного контроля для ведения мониторинга радиационной обстановки на Дальнем Востоке.

Впервые за всю историю российские спасатели действовали на территории США, оказывая помощь населению. Гуманитарные грузы были доставлены в Америку и тогда, когда разбушевалась **«Сэнди» (2012), и во время торнадо, обрушившегося на Оклахому (2013).**

В 2014 году наводнения в Крымске и на Дальнем Востоке.

В 2015 и 2016 годах гуманитарные конвои идут в Луганскую и Донецкую области.

Все трудно перечислить. И везде на переднем крае – спасатели МЧС, наследники славы МПВО и войск гражданской обороны.

ВОПРОС № 2. Структура, руководство, полномочия и силы гражданской обороны.

Структура Гражданской обороны:

- Руководство гражданской обороной;
- Органы управления гражданской обороной;
- Силы гражданской обороны.

Руководство гражданской обороной

1. *Руководство гражданской обороной* в Российской Федерации осуществляет ***Правительство Российской Федерации***.

1.1. *Государственную политику в области гражданской обороны* осуществляет федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Президентом Российской Федерации на решение задач в области гражданской обороны ***(МЧС РФ).***

2. *Руководство гражданской обороной в федеральных органах исполнительной власти и организациях* осуществляют их ***руководители.***

3. *Руководство гражданской обороной на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований* осуществляют соответственно ***главы органов исполнительной власти субъектов*** Российской Федерации и ***руководители органов местного самоуправления.***

4. Руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций ***несут персональную ответственность*** *за организацию и проведение мероприятий по гражданской обороне и защите населения.*

Полномочия Президента Российской Федерации

Президент Российской Федерации:

- определяет основные направления единой государственной политики в области гражданской обороны;
- утверждает План гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации;
- вводит в действие План гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях в полном объеме или частично;
- утверждает структуру, состав спасательных воинских формирований федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, штатную численность военнослужащих и гражданского персонала указанных воинских формирований и положение о спасательных воинских формированиях федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны;
- осуществляет иные полномочия в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Полномочия Правительства Российской Федерации

Правительство Российской Федерации:

- обеспечивает проведение единой государственной политики в области гражданской обороны;
- руководит организацией и ведением гражданской обороны;
- издает нормативные правовые акты в области гражданской обороны и организует разработку проектов федеральных законов в области гражданской обороны;
- определяет порядок отнесения территорий к группам по гражданской

обороне в зависимости от количества проживающего на них населения и наличия организаций, играющих существенную роль в экономике государства или влияющих на безопасность населения, а также организаций - к категориям по гражданской обороне в зависимости от роли в экономике государства или влияния на безопасность населения;

- определяет порядок эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
- определяет порядок подготовки населения в области гражданской обороны;
- определяет порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны, а также порядок накопления, хранения и использования в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- определяет порядок приведения в готовность гражданской обороны;
- осуществляет иные полномочия в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации и указами Президента Российской Федерации.

Полномочия федеральных органов исполнительной власти в области гражданской обороны

Федеральные органы исполнительной власти в пределах своих полномочий и в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации:

- принимают нормативные акты в области гражданской обороны, доводят их требования до сведения организаций, находящихся в их ведении, и контролируют их выполнение;
- разрабатывают и реализуют планы гражданской обороны, согласованные с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны, организуют проведение мероприятий по гражданской обороне, включая создание и подготовку необходимых сил и средств;
- осуществляют меры, направленные на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;
- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности технические системы управления гражданской обороны и системы оповещения населения в районах размещения потенциально опасных объектов, находящихся в ведении указанных федеральных органов исполнительной власти, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий по гражданской обороне федерального органа исполнительной власти.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации:

- организуют проведение мероприятий по гражданской обороне, разрабатывают и реализовывают планы гражданской обороны и защиты населения;
- в пределах своих полномочий создают и поддерживают в состоянии готовности силы и средства гражданской обороны;
- организуют подготовку населения в области гражданской обороны;
- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности к использованию технические системы управления гражданской обороны, системы

оповещения населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, защитные сооружения и другие объекты гражданской обороны;

- планируют мероприятия по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению, развертыванию лечебных и других учреждений, необходимых для первоочередного обеспечения пострадавшего населения;
- планируют мероприятия по поддержанию устойчивого функционирования организаций в военное время;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- обеспечивают своевременное оповещение населения, в том числе экстренное оповещение населения, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий регионального уровня по гражданской обороне.

Органы местного самоуправления самостоятельно в пределах границ муниципальных образований:

- проводят мероприятия по гражданской обороне, разрабатывают и реализовывают планы гражданской обороны и защиты населения;
- проводят подготовку населения в области гражданской обороны;
- создают и поддерживают в состоянии постоянной готовности к использованию муниципальные системы оповещения населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, защитные сооружения и другие объекты гражданской обороны;
- проводят мероприятия по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
- проводят первоочередные мероприятия по поддержанию устойчивого функционирования организаций в военное время;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы продовольствия, медицинских средств индивидуальной защиты и иных средств;
- обеспечивают своевременное оповещение населения, в том числе экстренное оповещение населения, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- в пределах своих полномочий создают и поддерживают в состоянии готовности силы и средства гражданской обороны, необходимые для решения вопросов местного значения;
- определяют перечень организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий местного уровня по гражданской обороне.

Полномочия организаций в области гражданской обороны.

1. Организации в пределах своих полномочий и в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации:

- планируют и организуют проведение мероприятий по гражданской обороне;
- проводят мероприятия по поддержанию своего устойчивого функционирования в военное время;
- осуществляют подготовку своих работников в области гражданской обороны;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств.

2. Организации, отнесенные в установленном порядке к категориям по гражданской обороне, создают и поддерживают в состоянии готовности ***нештатные формирования*** по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности, особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности, а также организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты III класса опасности, отнесенные в установленном порядке к категориям по гражданской обороне, создают и поддерживают в состоянии готовности ***нештатные аварийно-спасательные формирования***.

Типовой порядок создания нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне определяется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны.

3. Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности, особо радиационно - опасные и ядерно - опасные производства и объекты, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности, создают и поддерживают в состоянии готовности ***локальные системы оповещения.***

Органы, осуществляющие управление гражданской обороной.

1) ***На федеральном уровне*** - федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на решение задач в области гражданской обороны **(*МЧС РФ*).**

В федеральных органах исполнительной власти – *структурные подразделения,* уполномоченные решать задачи ГО.

2) ***На территориальном уровне*** - территориальные органы - *региональные центры (РЦ МЧС РФ),* органы, уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации *(ГУ по делам ГО и ЧС)*

Территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации, *комплектуются военнослужащими* спасательных воинских формирований федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, *лицами начальствующего состава федеральной противопожарной службы и гражданским персоналом.*

Руководители указанных территориальных органов назначаются в установленном порядке руководителем федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, из числа военнослужащих спасательных воинских формирований этого федерального органа исполнительной власти, лиц начальствующего состава федеральной противопожарной службы и гражданского

персонала, за исключением лиц, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации;

3) ***На местном уровне*** - *структурные подразделения* федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны;

4) **На объектовом уровне** - *структурные подразделения (работники*) организаций, уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны.

Силы гражданской обороны

Для ведения спасательных и других неотложных работ имеются **силы гражданской обороны,** которые включают:

– *спасательные воинские формирования* федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны,

– подразделения *Государственной противопожарной службы*,

– *аварийно-спасательные формирования и спасательные службы,*

– *нештатные формирования* по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне,

– - а также создаваемые на военное время в целях решения задач в области гражданской обороны *специальные формирования*.

2. ***Вооруженные Силы Российской Федерации, другие войска и воинские формирования выполняют задачи в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.***

Для решения задач в области гражданской обороны воинские части и подразделения Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований привлекаются в порядке, определенном Президентом Российской Федерации.

3. ***Аварийно-спасательные службы и аварийно-спасательные формирования*** привлекаются для решения задач в области гражданской обороны в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4. ***Нештатные аварийно-спасательные формирования*** привлекаются для ликвидации чрезвычайных ситуаций в соответствии с установленным порядком, а также для решения задач в области гражданской обороны в соответствии с планами гражданской обороны и защиты населения по решению должностного лица, осуществляющего руководство гражданской обороной на соответствующей территории.

Спасательные службы гражданской обороны **(далее - службы ГО) -** это нештатные организационно-технические объединения органов управления сил и средств гражданской обороны предприятий, учреждений, организаций и их структурных подразделений (далее - организации), обладающие сходным профилем деятельности и способные, независимо от их форм собственности и ведомственной принадлежности (подчиненности), к совместному проведению конкретного вида работ, специальных мероприятий гражданской обороны как в мирное время, так и при военных конфликтах.

Спасательные службы гражданской обороны создаются для выполнения инженерно-технических, медицинских, транспортных, других спасательных мероприятий ГО, подготовки для этого сил и средств службы, а также для обеспечения действий нештатных аварийно-спасательных формирований (далее - НАСФ) в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при военных конфликтах (или) вследствие этих конфликтов, а также при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и террористических актов на соответствующих территориях.

Службы ГО создаются:

- в субъекте РФ распорядительным документом Правительства субъекта РФ;
- в муниципальном образовании распорядительным документом администрации;
- в организации - решением руководителя организации.

Руководителем службы ГО является соответствующий руководитель организации на базе которого создается служба.

Органом управления службы ГО считается ***штаб ГО***. Состав штаба и формирований служб ГО определяются руководителями служб гражданской обороны.

В состав сил службы ГО включаются штатные и нештатные аварийно-спасательные и другие формирования специализированных организаций и учреждений.

Силы гражданской обороны, входящие в службы ГО, в мирное время могут привлекаться для ликвидации последствий стихийных бедствий, эпидемий, крупных аварий и катастроф, борьбы с лесными пожарами, ставящих под угрозу жизнь и здоровье населения и требующих проведения аварийно- спасательных и других неотложных работ.

Вид и количество служб ГО, создаваемых на территории субъекта РФ, муниципального образования или организации, определяются на основании расчета, объема и характера выполняемых в соответствии с планом гражданской обороны и защиты населения задач.

Перечень спасательных служб ГО (по предназначению) в зависимости от возможности их создания, оснащения специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами, материалами при планировании мероприятий гражданской обороны на военное время для конкретной территории и местных условий может быть следующим:

- ***медицинская спасательная служба*** создается на базе органов и учреждений здравоохранения;
- ***противопожарная спасательная служба*** создается на базе органов противопожарной службы МЧС России, подразделений противопожарной службы субъектов РФ;
- ***инженерная спасательная служба*** создается на базе строительных, строительно-монтажных, других родственных акционерных обществ и организаций;
- ***коммунально-техническая спасательная служба*** создается на базе организаций жилищно-коммунального хозяйства (управлений по газификации, тепло-водоснабжению, водоотведению, специальной обработке);
- ***автотранспортная спасательная служба*** *(автодорожная)* создается на базе автотранспортных организаций независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;
- ***спасательная служба оповещения и связи*** создается на базе субъектовых, муниципальных, ведомственных организаций связи всех видов;
- ***спасательная служба охраны общественного порядка*** создается на базе органов внутренних дел для поддержания общественного порядка;
- ***спасательная служба торговли и питания*** создается на базе организаций торговли, независимо от их форм собственности;
- ***спасательная служба защиты животных и растений*** создается на базе агропромышленных объединений, сельскохозяйственных объединений;
- ***спасательная служба материально-технического снабжения*** создается на базе управлений снабжения и сбыта субъектов РФ, других снабженческих организаций, владеющих материально-техническими средствами;
- ***спасательная служба снабжения ГСМ*** создается на базе органов по обеспечению нефтепродуктами, организаций по снабжению ГСМ на территории субъектов

независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;

- ***спасательная служба светомаскировки*** и других видов маскировки;
- ***спасательная служба убежищ и укрытий*** создается на базе жилищных управлений (трестов), управляющих компаний по содержанию жилого фонда, других жилищно-эксплуатационных организаций, а также соответствующих подразделений этих организаций;
- ***спасательная служба защиты культурных ценностей*** создается на базе объектов культуры (музеи, библиотеки, театры);
- ***спасательная служба обеспечения безопасности жизнедеятельности*** создается на базе образовательных организаций, организаций здравоохранения, культурно-зрелищного, спортивно-массового назначения, крупных объектах торговли и питания;
- ***спасательная служба энергетики (энергоснабжения)*** создается на базе организаций энергетики и электрификации, генерирующих и энергосервисных компаний;
- ***спасательная служба наблюдения и лабораторного контроля;***
- ***спасательная служба газоснабжения;***
- ***спасательная служба водоснабжения;***
- ***служба радиационной и химической защиты;***
- ***спасательная служба городского электротранспорта***;
- ***спасательная служба ритуальных услуг*** создается на базе органов и организаций жилищно-коммунального хозяйства, здравоохранения, санитарно-эпидемиологического надзора, специализированных ритуальных организаций;
- ***техническая спасательная служба*** создается на базе организаций, осуществляющих техническое обслуживание и снабжение запасными частями, ремонтных организаций;
- ***спасательная служба санитарной обработки людей и обеззараживания одежды*** создается на базе организаций бытового обслуживания населения.

Общее руководство службами ГО осуществляют ***руководители*** гражданской обороны, а непосредственное руководство - руководители этих служб.

Ответственность за создание и обеспечение готовности служб ГО несут соответствующие **руководители гражданской обороны.**

ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ.

Нормативные правовые акты (**Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне»**, постановление Правительства Российской Федерации от ***26.11.2007 № 804 «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации»,*** приказ МЧС России от **14.11.2008 № 687** *«Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях»)* определяют направления деятельности спасательных служб гражданской обороны в выполнении и обеспечении мероприятий гражданской обороны, обеспечения действий нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской обороны в ходе проведения аварийно- спасательных работ при ведении военных конфликтов и (или) вследствие этих конфликтов.

Задачи, организация и деятельность служб ГО их ***положения разрабатываются начальниками служб,*** согласовываются с органом ГО соответствующего уровня и утверждаются соответствующими руководителями ГО.

Службы гражданской обороны осуществляют свою деятельность в соответствии с разрабатываемыми ими ***планами*** *по обеспечению выполнения мероприятий гражданской обороны, по обеспечению действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.*

Общими задачами служб ГО являются:

- планирование и контроль за выполнением специальных мероприятий гражданской обороны в соответствии с профилем службы;
- контроль за созданием и подготовкой в организациях, входящих в состав службы гражданской обороны, нештатных аварийно-спасательных формирований;
- подготовка необходимых сил и средств к выполнению специальных и других мероприятий гражданской обороны;
- управление подчиненными органами управления и силами, их всестороннее обеспечение в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- организация и поддержание взаимодействия с органами управления гражданской обороной, с другими службами гражданской обороны, воинскими частями войск гражданской обороны, привлекаемыми для выполнения задач в интересах гражданской обороны на соответствующей территории с органами военного командования;
- руководство рассредоточением сил и средств служб гражданской обороны, эвакуационными мероприятиями и мероприятиями по повышению устойчивости функционирования организаций, на базе которых созданы;
- ведение учета сил и средств, входящих в состав служб и привлекаемых к выполнению решаемых ими задач, обеспечение их укомплектованности личным составом, техникой и имуществом;
- участие в поддержании в готовности пунктов управления;
- планирование и организация первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения.

Вопрос № 3. Перспективы развития гражданской обороны.

В современных условиях гражданская оборона решает спектр задач, направленных на выполнение мероприятий по подготовке и защите населения, а также материальных и культурных ценностей, от опасностей мирного и военного времени. Усилиями МЧС России гражданская оборона приобрела современный облик и продолжает развиваться с учетом изменений в государственном устройстве, экономической и социальной сферах России, а также в соответствии с военно-политической обстановкой в мире.

В настоящее время совершенствуется система управления и оповещения. Большое внимание уделяется повышению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов or угроз природного, техногенного характера, террористических проявлений. Разрабатываются и внедряются новые средства индивидуальной и коллективной защиты.

В современных условиях государство и гражданская оборона не отделимы.

С одной стороны она активно участвует в обеспечении жизнедеятельности и безопасности общества, с другой – организуется и развивается в соответствии с общими законами и процессами, присущими государству в данный период времени. Сегодня главной отличительной чертой гражданской обороны является то, что она выступает как форма участия всего населения страны, органов государственной власти и местного самоуправления в обеспечении обороноспособности и жизнедеятельности государства, выполняя оборонную, социальную и экономическую функции.

В целях развития гражданской обороны Президент Российской Федерации утвердил «**Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2020 года» (3 сентября 2011 года № ПР-2613).**

Данные Основы разработаны в соответствии с Федеральным законом от **12 февраля 1998 г. N 28-ФЗ** «О гражданской обороне», ***Стратегией национальной безопасности***

Российской Федерации до 2020 года, **Военной доктриной** Российской Федерации и определяют **основные направления развития в области гражданской обороны.**

1. Совершенствование организации гражданской обороны, главным образом, направленной на развитие системы обеспечения гражданской обороны.
2. Совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей.
3. Повышение готовности и эффективности сил гражданской обороны.
4. Совершенствование системы подготовки населения
5. в области гражданской обороны, обратив особое внимание на использование современных технологий.
6. Развитие международного сотрудничества в области гражданской обороны.

1. Совершенствование организации гражданской обороны

Дальнейшее развитие гражданской обороны неразрывно связано с совершенствованием её организационной структуры.

Одним из шагов в этой области, на наш взгляд, является создание *системы обеспечения гражданской обороны* - как организационной структуры, включающей в себя совокупность взаимодействующих органов управления, сил и средств, реализующих государственную политику в области гражданской обороны.

Необходимо отметить, что основные составляющие этой системы в основном нормативно определены - это и **органы управления,** и **силы,** и **средства** гражданской обороны однако в единую систему, данные компоненты юридически не сведены.

Учитывая опыт функционирования РСЧС, целесообразно включить в состав указанной системы элементов РСЧС, в том числе координационных органов - комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности всех уровней, на которые возложить координацию вопросов гражданской обороны в военное время.

Особая роль при этом должна быть отведена КЧС и ОПБ федеральных органов исполнительной власти (организаций), являющихся головными в секторах экономики (транспорт, энергетика, здравоохранение, жилищнокомунальное хозяйство), органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Кроме того, целесообразно рассмотреть вопрос возложения на территориальные и функциональные подсистемы РСЧС решение задач гражданской обороны в мирное и военное время.

Это позволит создать альтернативу службам гражданской обороны, при этом снизить излишнее государственное регулирование, сократить количество планирующих и отчётных документов, оптимизировать задействование руководящего состава гражданской обороны, обеспечить межведомственное взаимодействие и повысить эффективность деятельности органов управления как в мирное время, так и в военное время.

2. Совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей.

Осуществлен комплекс мероприятий по актуализации нормативных правовых, нормативно-технических и методических документов, регламентирующих порядок, сроки, формы, объёмы мероприятий по защите населения, включая инженерную защиту, предоставление населению средств индивидуальной защиты, оптимизацию форм и способов проведения эвакуационных мероприятий.

При этом основные усилия должны быть сосредоточены на формировании комплексного дифференцированного подхода к организации гражданской обороны,

учитывающего особенности, характерные для каждой отдельно - взятой территории, для каждого отдельно-взятого субъекта Российской Федерации.

В итоге гражданская оборона должна обеспечивать защиту населения от конкретных видов опасности, характерных для конкретной точки пространства.

2. Повышение готовности и эффективности сил гражданской обороны.

Учитывая изменение состава сил гражданской обороны, основные усилия должны быть направлены на:

-создание группировки сил гражданской обороны, способной эффективно выполнять задачи в мирное время, в период нарастания угрозы агрессии против Российской Федерации и в военное время.

-особое внимание при этом необходимо уделить повышению мобильности сил гражданской обороны, оснащению их современными, высокотехнологичными средствами проведения АСДНР, в том числе робототехническими комплексами, беспилотными летательными аппаратами, компьютеризированными средствами управления.

4. Совершенствование системы подготовки населения в области гражданской обороны.

Эффективное решение задач гражданской обороны невозможно без высокопрофессиональных кадров непосредственно отвечающих за выполнение мероприятий по гражданской обороне.

Решение этой задачи обеспечивается путём разработки и внедрения новых программ и методов подготовки руководящего состава и населения с использованием компьютерных технологий и тренажеров по отработке и совершенствованию навыков поведения и действий в мирное и военное время, а также активного использования телевизионных и интернет ресурсов, в том числе портала МЧС России.

Особое внимание при этом необходимо уделить проведению обязательной подготовки соответствующих групп населения в образовательных организациях, учебно-методических центрах и на курсах гражданской обороны.

5. Развитие международного сотрудничества в области гражданской обороны.

Российская Федерация в своей деятельности строго руководствуется положением международных нормативных актов и договоров.

В связи с этим основные усилия необходимо сосредоточить на совершенствовании международной договорно -правовой базы в области гражданской обороны и чрезвычайного гуманитарного реагирования Российской Федерации.

В целях реализации данных *направлений* разработан, согласован с заинтересованными структурными подразделениями центрального аппарата и организациями МЧС России **План МЧС России по развитию гражданской обороны Российской Федерации на период до 2020 года.**

Кроме того, организована работа, направленная на:

– Уточнение дополнительных принципов отнесения территорий (организаций) к группам (категориям) по гражданской обороне с учётом досягаемости средств поражения противника, в первую очередь касающихся приграничных районов.

– Формирование эффективного механизма создания, содержания и использования в интересах гражданской обороны единых на мирное и на военное время резервов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, предусматривая при этом выделение неснижаемого уровня резервов.

– Формирование технических требований, обуславливающих переход от световой и других видов маскировки к комплексной маскировке объектов, а также разработка маскировочных мероприятий оперативного характера.

– Актуализация мероприятий по повышению устойчивости функционирования организаций при воздействии современных средств поражения.

Реализация предлагаемых направлений позволит в период до 2017 года:

– внедрить новые подходы к организации и ведению гражданской обороны, обеспечивающие эффективную защиту населения, материальных и культурных ценностей, с учетом современных опасностей и угроз;

– создать единую систему требований (правил), предъявляемых к выполнению мероприятий по гражданской обороне.

в период до 2020 года:

– создать эффективный механизм реализации органами государственной власти Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями и гражданами Российской Федерации своих полномочий и прав в области гражданской обороны;

– оптимизировать систему мероприятий по защите населения, материальных и культурных ценностей с учетом современных опасностей и угроз.

Гражданская оборона *должна стать эффективным элементом обеспечения безопасности государства, одним из основных механизмов выживания населения и устойчивого функционирования экономики в любых катаклизмах будущего, а также неотъемлемым компонентом гуманитарной деятельности государства.*

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА (ПРОЕКТ)

- общие положения;
- оценка текущего состояния гражданской обороны, а также основных проблем, тенденций и возможных сценариев развития ситуаций, связанных с защитой населения;
- цели, задачи и основные направления государственной политики в области гражданской обороны;
- механизмы реализации государственной политики в области гражданской обороны, включая мониторинг и оценку текущего состояния национальной безопасности в целях преодоления кризисных ситуаций;
- задачи, функции и порядок взаимодействия органов государственной власти, иных органов в целях реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года;
- этапы реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года;
- организация ресурсного обеспечения мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года.
- развитие системы обеспечения выполнения мероприятий гражданской обороны с учетом экономических и физико-географических особенностей регионов (!);
- регулярное проведение всероссийской штабной тренировки по гражданской обороне;
- оптимизация специальных формирований, создаваемых на военное время в целях решения задач гражданской обороны;
- формирование нового облика надзора в области гражданской обороны (внедрение принципа приоритетности профилактических мероприятий);

- уточнение номенклатуры и объемов запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, создаваемых органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в целях гражданской обороны;
- обеспечение органов управления и сил гражданской обороны современной отечественной техникой и экипировкой, авиационно-спасательными технологиями и медицинским оборудованием на основе принципа импорто-замещения;
- расширение международного сотрудничества по вопросам гражданской обороны и обеспечение продвижения за рубежом российских пожарно-спасательных технологий и подходов к антикризисному управлению;
- развитие и внедрение новых подходов к организации отселения населения из зон возможных сильных разрушений, радиоактивного загрязнения, химического заражения, катастрофического затопления;
- совершенствование организации и контроля выполнения норм и правил инженерно-технических мероприятий гражданской обороны при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства;
- планирование и координация мероприятий, направленных на поддержание общественного порядка и обеспечение безопасности дорожного движения на маршрутах выдвижения сил гражданской обороны в зоны возможных чрезвычайных ситуаций и очаги поражения.

Вопрос № 4 Основные мероприятия при приведении гражданской обороны в высшие степени готовности.

Введение в действие «Плана ГО» осуществляется по ***Указу Президента РФ***
Определены 3 степени готовности ГО:

- повышенная
- военная опастность
- полная

При приведении ГО в высшие степени готовности выполняются мероприятия по сигналам

«Мероприятия ГО 1-2-3 очереди»

I. Действия по сигналу готовности ГО

«*Мероприятия по гражданской обороне* **первой очереди»:**

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне первой очереди;
2. Введение круглосуточного дежурства руководящего состава гражданской обороны в пунктах постоянного размещения;
3. Перевод на круглосуточную работу радиовещательных станций и радиотрансляционных узлов;
4. Перевод на круглосуточную работу с сохранением режима радиообмена, установленного для повседневной деятельности, имеющихся средств радиосвязи с органами, осуществляющими управление гражданской обороной;
5. Приведение в готовность защитных сооружений гражданской обороны для укрытия работников организаций, продолжающих работу в военное время;

6. Принятие мер по ускоренному завершению строительства и вводу в эксплуатацию защитных сооружений гражданской обороны;

7. Вывоз на пункты выдачи средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля, индивидуальных противохимических пакетов и другого имущества, предназначенного для обеспечения населения и личного состава сил гражданской обороны;

8. Приведение в готовность учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны;

9. Снижение запасов аварийно-химически опасных веществ до минимальных размеров, обеспечивающих технологический процесс, на опасных производственных объектах в городах и иных населенных пунктах, территории которых отнесены к группам по гражданской обороне, подготовка к снижению запасов взрыво- и пожароопасных веществ;

10. Уточнение готовности безопасных районов для размещения эвакуируемого населения, а также для размещения и хранения материальных и культурных ценностей;

11. Уточнение порядка проведения мероприятий по световой и другим видам маскировки, усиление охраны и противопожарной защиты организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне, организаций, имеющих потенциально опасные производственные объекты и эксплуатирующих их, а также организаций, имеющих важное оборонное и экономическое значение или представляющих высокую степень опасности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

12. Подготовка животноводческих ферм, сооружений и комплексов для обеспечения жизнедеятельности, и защиты сельскохозяйственных животных, создание и укрытие в них запасов кормов и воды;

13. Направление к месту постоянной работы лиц, находящихся на обучении (повышающих квалификацию) в образовательных учреждениях МЧС России, учебно-методических центрах по гражданской обороне и на курсах гражданской обороны.

II. Действия по сигналу готовности ГО.

«*Мероприятия по гражданской обороне* **второй очереди»:**

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне второй очереди;

2. Перевод на круглосуточный режим работы (по сменам боевого расчета) руководящего состава гражданской обороны;

3. Приведение в полную готовность системы связи и оповещения гражданской обороны;

4. Приведение в готовность защитных сооружений гражданской обороны, метрополитенов, подвалов и других заглубленных сооружений для укрытия населения, культурных ценностей, находящихся в федеральной собственности, и архивных документов, хранящихся в федеральных архивах. Дооборудование, при необходимости, под противорадиационные укрытия подвальных и других заглубленных сооружений;

5. Организация круглосуточного дежурства групп и звеньев по обслуживанию защитных сооружений гражданской обороны;

6. Приведение в готовность в пунктах постоянного размещения (без прекращения производственной деятельности) аварийно-спасательных формирований;

7. Выдача из запасов имущества гражданской обороны средств индивидуальной защиты и приборов дозиметрического контроля работникам организаций в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне, и работникам организаций, отнесенных к

категориям по гражданской обороне особой важности и первой категории, расположенных вне этих городов;

8. Подготовка к развертыванию коечной сети медицинских учреждений из городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, в безопасных районах загородной зоны, осуществление переадресации поставок медицинского имущества и медицинской техники лечебным учреждениям в безопасные районы;

9. Выдача из запасов имущества гражданской обороны необходимого медицинского имущества лечебным учреждениям, расположенным в безопасных районах;

10. Выписка из лечебных учреждений больных, лечение которых может быть продолжено амбулаторно, сокращение госпитализации плановых больных;

11. Проведение иммунизации населения по эпидемиологическим показаниям;

12. Развертывание медицинских пунктов (санитарных постов) в организациях, продолжающих работу в военное время в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне;

13. Перевод на круглосуточное дежурство постов радиационного и химического наблюдения, учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны;

14. Оборудование приборами радиационной и химической разведки наземных транспортных средств, морских, речных и воздушных судов (самолетов, вертолетов и др.), предназначенных для ведения радиационной и химической разведки;

15. Проведение мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время;

16. Подготовка к безаварийной остановке промышленных предприятий, прекращающих работу в военное время;

17. Изготовление простейших средств индивидуальной защиты (при необходимости);

18. Подготовка к вывозу в безопасные районы документов, необходимых для служебной деятельности, материальных и культурных ценностей из городов, отнесенных к группам по гражданской обороне;

19. Снижение запасов взрыво- и пожароопасных веществ в организациях, расположенных в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне;

20. Проведение подготовительных мероприятий по переводу предприятий строительного комплекса на выпуск конструкций и оборудования для строительства быстровозводимых убежищ, и противорадиационных укрытий.

III.Действия по сигналу готовности гражданской обороны.

«*Мероприятия по гражданской обороне* третьей очереди»:

1. Оповещение и сбор руководящего состава и работников структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, доведение обстановки и постановка задач по выполнению мероприятий, предусмотренных в перечне мероприятий по гражданской обороне третьей очереди;

2. Выдача средств индивидуальной защиты населению, проживающему в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне, и в пределах границ зон возможного сильного радиоактивного заражения (загрязнения) и опасного химического заражения, в населенных пунктах с организациями, отнесенными к категориям по гражданской обороне, а также железнодорожными станциями первой и второй категорий;

3. Закладка в защитные сооружения гражданской обороны необходимых запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;

4. Ускоренное строительство убежищ с упрощенным оборудованием в зонах возможных сильных разрушений городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, отдельно стоящих организаций, отнесенных к категории по гражданской обороне особой важности, а также строительство быстровозводимых противорадиационных укрытий на остальной территории Российской Федерации (по плану на расчетный год);

5. Строительство простейших укрытий для населения, не обеспеченного защитными сооружениями гражданской обороны:

– в городах, отнесенных к группам по гражданской обороне –

– в городах и иных населенных пунктах, не отнесенных к группам по гражданской обороне, с учетом эваконаселения;

6. Развертывание медицинскими учреждениями городов и иных населенных пунктов, не отнесенных к группам по гражданской обороне, коечной сети больничных баз в безопасных районах;

7. Подготовка медицинских учреждений городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, к эвакуации в безопасные районы (без прекращения работы);

8. Перевод нетранспортабельных больных, находящихся в медицинских учреждениях городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, в защищенные стационары;

9. Уточнение расчетов на проведение эвакуационных мероприятий, развертывание сборных эвакуационных пунктов, пунктов посадки и высадки, приведение в готовность спланированного для эвакуации транспорта;

10. Подготовка запасов имущества гражданской обороны, торговой сети и сети общественного питания к первоочередному обеспечению эвакуируемого населения в безопасных районах;

11. Проведение мероприятий по защите запасов имущества гражданской обороны и источников водоснабжения;

12. Введение в действие планов комплексной маскировки городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, а также организаций, являющихся вероятными целями нанесения ударов современными средствами поражения.

Вопрос № 5 Действие населения по сигналам гражданской обороны.

Для привлечения Внимания населения, подают предупредительный **сигнал «Внимание Всем!»,** который определен **директивой начальника ГО СССР от 12 октября 1988 г. № ДНГО-013.**

ОПОВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

1. Об угрозе стихийных бедствий, крупных авариях (катастрофах) и других опасных ситуациях.

Предупредительный сигнал **«ВНИМАНИЕ ВСЕМ!» ПОДАЕТСЯ:**

– протяжным звучанием электросирен и передачей текста по радиовещательным, телевизионным и радиотрансляционным сетям в течение 2-3 минут; прерывистыми гудками на производстве и транспорте.

ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ:

Включить радио (диапазоны СВ или УКВ), радиотрансляционный приемник (на любую программу), телевизионный приемник (1 или 2 программы); прослушать «речевую информацию» о сложившейся обстановке; выполнить указание органов управления ГО, согласно переданной информации.

2. При угрозе радиоактивного заражения

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

ГРАЖДАНЕ! Возникла непосредственная угроза радиоактивного заражения!

Приведите в готовность средства индивидуальной защиты и держите их постоянно при себе. По команде управления ГОЧС наденьте их.

Для защиты поверхности тела от загрязнения радиоактивными веществами используйте спортивную одежду, комбинезоны и сапоги. При себе имейте пленочные (полимерные) накидки, куртки или плащи.

Проверьте герметизацию жилых помещений, состояние окон и дверей.

За герметизируйте продукты питания и создайте в емкостях запас воды.

Укройте сельскохозяйственных животных и корма.

Оповестите соседей о полученной информации. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

В дальнейшем действуйте в соответствии с указаниями управления по делам ГО и ЧС города (района)».

3. При угрозе химического заражения

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

ГРАЖДАНЕ! Возникла непосредственная угроза химического заражения!

Наденьте противогазы, укройте детей в камерах защитных детских.

Для защиты поверхности тела используйте спортивную одежду, комбинезоны и сапоги.

При себе имейте пленочные (полимерные) накидки, куртки, плащи.

Проверьте герметизацию жилых помещений, состояние окон и дверей.

За герметизируйте продукты питания и создайте в емкостях запас воды.

Укройте сельскохозяйственных животных и корма.

Оповестите соседей о полученной информации. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

Отключите электронагревательные приборы.

В дальнейшем действуйте в соответствии с указаниями управления по делам ГО и ЧС города (района)».

4. При возможном землетрясении

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

ГРАЖДАНЕ! В связи с возможным землетрясением примите необходимые меры предосторожности.

Отключите газ, воду, электричество, погасите огонь в печах.

Оповестите соседей о полученной информации.

Возьмите необходимую одежду, документы, продукты питания, воду и выйдите на улицу. Окажите помощь престарелым и больным.

Займите место вдали от зданий и линий электропередач.

Находясь в помещении во время первого толчка, встаньте в дверной (балконный) проем.

Соблюдайте спокойствие и порядок.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

5. При воздушной опасности

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (

района).

ГРАЖДАНЕ! ВОЗДУШНАЯ ТРЕВОГА!

Отключите свет, газ, воду, погасите огонь в печах. Возьмите средства индивидуальной защиты, документы, запас продуктов и воды. Предупредите соседей, и при необходимости окажите помощь больным и престарелым выйти на улицу.

Как можно быстрее дойдите до защитного сооружения или укройтесь на местности. Соблюдайте спокойствие и порядок.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

6. При миновании воздушной опасности

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (штаб ГО района).

ГРАЖДАНЕ! Отбой воздушной тревоги!

Всем возвратиться к местам работы или проживания. Окажите в этом помощь больным и престарелым.

Будьте в готовности к возможному повторному нападению противника.

Всегда имейте при себе средства индивидуальной защиты.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

7. При угрозе заражения АХОВ

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

ГРАЖДАНЕ! Возникла угроза заражения воздуха аварийными химически опасными веществами (АХОВ).

Немедленно закройте окна, форточки. Выключите нагревательные приборы, газ, воду.

Оповестите соседей, оденьте детей и возможно быстрее выйдите из зоны заражения в указанном направлении. Выходить надо в сторону, перпендикулярную направлению ветра. При выходе из зоны заражения следует по возможности задерживать дыхание. Если у вас есть противогаз, обязательно используйте его. При отсутствии противогаза можно использовать повязки из тканей, смоченные водой, меховые и ватные части одежды.

Об устранении опасности химического заражения и порядке дальнейших действий вам сообщат.

Будьте внимательны к сообщениям управления по делам ГО и ЧС города (района)».

8. При наводнении

«ВНИМАНИЕ! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города (района).

ГРАЖДАНЕ! В связи с повышением уровня воды в _____

ожидается подтопление домов в районе улиц (перечисление)_____.

Населению, проживающему на этих улицах, собрать необходимые вещи, продукты питания, воду, отключить газ и электроэнергию, и выйти в район _____ для регистрации на сборном эвакопункте и отправки в безопасные районы.

О полученной информации сообщите соседям, окажите помощь престарелым и больным».

Подобная информация будет передаваться также при угрозе или возникновении ураганных штормовых) ветров, сильных морозов, снежных метелей и при возникновении других аварий и катастроф.

9. Действия по сигналу
«ВОЗДУШНАЯ ТРЕВОГА»:

1. Прекращаются все работы, останавливается оборудование, отключается силовая сеть, подача пара, газа. Рабочие и служащие направляются в укрытие.

2. Если сигнал застал вас дома, немедленно выключите нагревательные приборы, газ, свет, угасите огонь в печи, оденьте детей, возьмите средства индивидуальное защиты, документы, необходимые вещи, запас продуктов и воды н быстро следуйте в укрытие.

3. Если сигнал тревоги застал вас на улице, необходимо укрыться в ближайшем защитном сооружении.

4. Если вы не успели занять защитное сооружение, можно укрыться в подвальных помещениях. Если поблизости подземных сооружений нет, укрывайтесь в траншеях, канавах, котлованах, ямах и т. д., обязательно наденьте средства индивидуальной защиты.

ДОЛГ КАЖДОГО ГРАЖДАНИНА — ЗНАТЬ СВОЕ УКРЫТИЕ
по месту жительства _____
по месту работы _____

10. Действия по сигналу «ОТБОЙ ВОЗДУШНОЙ ТРЕВОГИ»:

1. Население выходит из защитные сооружений с разрешения местных органов гражданской обороны. Рабочие и служащие возвращаются рабочим местам и приступают к работе.

2. Местные органы гражданской обороны сообщают о порядке поведения и действиях населения в очаге поражения.

При получении по системе оповещения распоряжения на проведение рассредоточения и эвакуации НЕОБХОДИМО в установленное при оповещении время прибыть на сборный эвакуационный пункт (СЭП) для отправки в загородную зону.

Ваш СЭП № _____ расположен по адресу _____

При убытии в загородною зону с собой берутся документы, самое необходимое из вещей, продукты питания на 2-3 суток. Общая масса вещей не должна превышать 50 кг.

Проблема защиты жизни и здоровья человека превратилась сегодня в одну из актуальнейших задач, стоящих перед человеком.

Заключительная часть

Задача заключается в том, чтобы сделать гражданскую оборону XXI века эффективной, инновационной, ориентированной на каждого конкретного гражданина.

Все мы должны претворять в жизнь лозунг:
«Если у безопасности граждан России есть имя,
это имя – гражданская оборона».

ТЕМА № 5. Единая система мониторинга и прогнозирования

Цель занятия: Познакомить слушателей с мониторингом и прогнозированием чрезвычайных ситуаций как составной частью общей системы мер противодействия чрезвычайным ситуациям, направленных на снижение риска возникновения ЧС и смягчения их последствий.

Учебные вопросы:

1. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС)
2. Теоретические основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
3. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера.
4. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

I. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС).

Сущность и назначение мониторинга и прогнозирования – в наблюдении, контроле и предвидении опасных процессов и явлений природы, техносферы, внешних дестабилизирующих факторов (вооруженных конфликтов, террористических актов и т.п.), являющихся источниками чрезвычайных ситуаций, а также динамики развития чрезвычайных ситуаций, определения их масштабов в целях решения задач предупреждения и организации ликвидации бедствий.

Мониторинг окружающей природной среды и состояния техногенных объектов

Мониторинг окружающей среды — это система наблюдения и контроля, проводимых регулярно по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения (ГОСТ Р22.1.02-95).

Мониторинг неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов – это система регулярных наблюдений и контроля за развитием этих явлений и процессов в окружающей природной среде, факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению ЧС, связанных с этими явлениями и процессами, или снижению наносимого их воздействием ущерба (ГОСТ Р22.1.02-95).

МОНИТОРИНГ – прогноз (краткосрочный, средне – и долгосрочный)

Общей целью мониторинга опасных явлений и процессов в природе и техносфере является повышение точности и достоверности прогноза ЧС на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся вопросами мониторинга отдельных видов опасностей.

Система мониторинга и прогнозирования ЧС состоит из следующих основных элементов:

- организационной структуры;
- общей модели системы, включая объекты мониторинга;
- комплекса технических средств;
- моделей ситуации (моделей развития ситуаций);
- методов наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования;
- информационной системы.

Для достижения основной цели мониторинга решаются следующие основные задачи:

- выявление и идентификация потенциально опасных зон с возможными источниками ЧС;
- сбор исходной информации по источникам опасности и уязвимости населения и территорий;
- проведение зонирования территорий по степени опасности ЧС, плотности и характеру застройки;
- проведение зонирования территорий по степени индивидуального риска;
- определение оптимальных мониторинговых комплексов в зонах повышенного риска для населения;
- определение оптимальных организационных и технических схем для эффективного мониторинга ЧС, информационного взаимодействия между ведомственными мониторинговыми системами;
- определение схем эффективного решения задач прогноза масштабов ЧС на основе своевременного получения уточненных мониторинговых данных по их источникам и моделирования их развития.

Деятельность по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера осуществляют:

– Учреждения и организации Росгидромета (мониторинг и прогноз событий гидрометеорологического характера, мониторинг состояния и загрязнения атмосферы, воды и почвы).

– Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений.

– МПР России (осуществляет общее руководство государственной системой экологического мониторинга, а также координацию деятельности в области наблюдений за состоянием окружающей природной среды).

– Минздравсоцразвития России (социально-гигиенический мониторинг и прогнозирование обстановки в этой области).

– Ростехнадзор и Росатом (мониторинг состояния техногенных объектов и прогноз аварийности).

К силам и средствам единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций относятся (ПП N 924, 96 г).

а) силы и средства наблюдения и контроля в составе:

– служб (учреждений) и организаций федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, за обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях и анализ воздействия вредных факторов на здоровье населения;

– формирований государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации Министерства здравоохранения Российской Федерации;

– ветеринарной службы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;

– служб (учреждений) наблюдения и лабораторного контроля за качеством пищевого сырья и продуктов питания Комитета Российской Федерации по торговле и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;

– геофизической службы Российской академии наук, оперативных групп постоянной готовности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства Российской Федерации по атомной энергии;

– учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций включает:

– Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России;

– региональные и территориальные центры мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в составе соответствующих органов управления ГОЧС;

– Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации;

– Единую государственную автоматизированную систему радиационного контроля;

– Единую государственную систему экологического мониторинга;

– специальные центры и учреждения, подведомственные исполнительным органам субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления.

Основными задачами региональных и территориальных центров мониторинга являются:

– сбор, анализ и представление в соответствующие органы государственной власти информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций и причинах их возникновения в регионе, на территории;

– прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их масштабов;

– организационно-методическое руководство, координация деятельности и контроль функционирования соответствующих звеньев (элементов) регионального и территориального уровня системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

– организация проведения и проведение контрольных лабораторных анализов химико-радиологического и микробиологического состояния объектов окружающей среды, продуктов питания, пищевого, фуражного сырья и воды, представляющих потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций;

– создание и развитие банка данных о чрезвычайных ситуациях, геоинформационной системы;

– организация информационного обмена, координация деятельности и контроль функционирования территориальных центров мониторинга.

Техническую основу мониторинга составляют наземные и авиационно-космические средства соответствующих министерств, ведомств, территориальных органов власти и организаций (предприятий) в соответствии со сферами их ответственности.

При этом главной составляющей являются наземные средства Сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации, ее основных звеньев, подведомственных Росгидромету, Минсельхозу России, Минздраву России и МПР России, а также **средства контроля и диагностики состояния потенциально опасных объектов экономики,** являющихся основными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

В зависимости от складывающейся обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций функционирует в различных режимах:

– режиме повседневной деятельности,

– режиме повышенной готовности;

– режиме чрезвычайной ситуации.

Прогнозирование ЧС природного и техногенного характера и оценка их риска

Прогнозирование ЧС – это опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем (ГОСТ Р22.1.02-95).

В целях прогнозирования производят наблюдение за соответствующим процессом на определенном участке и вычисляют его будущее значение в упрежденной точке. При этом обычно оценивается как математическое ожидание конкретного значения процесса в этой точке, так и величина интервала, в который с заданной вероятностью попадает будущее значение процесса.

Основными объектами (предметами) прогнозирования являются:

– вероятности возникновения каждого из источников чрезвычайных ситуаций (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.);

– масштабы чрезвычайных ситуаций, размеры их зон;

– возможные длительные последствия при возникновении чрезвычайных ситуаций определенных типов, масштабов, временных интервалов или их определенных совокупностей;

– потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых чрезвычайных ситуаций.

Основными задачами анализа и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций являются:

– выявление и идентификация возможных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на соответствующей территории;

– оценка вероятности (частоты) возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников чрезвычайных ситуаций);

– прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций на население и территорию.

Основным результатом мониторинга и прогнозирования ЧС является оценка риска возникновения ЧС.

Оценка риска ведется на основе банка данных, полученного в результате мониторинга и прогнозирования, паспорта безопасности территории, деклараций безопасности промышленных объектов.

Этапами оценки рисков возникновения ЧС являются:

– выявление и идентификация возможных источников ЧС на соответствующей территории;

– оценка вероятности (частоты) возникновения источников ЧС;

– прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников ЧС на население и территорию.

В качестве вывода можно отметить, что от эффективности и качества проведения мониторинга и прогнозирования во многом зависит эффективность и качество разрабатываемых программ, планов и принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

II. Теоретические основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Инициирующие события для возникновения ЧС:

- **Опасные природные явления** - землетрясения, ураганы, наводнения и др.;
- **Опасные техногенные явления** - аварийные ситуации на объектах техносферы (пожары, взрывы, отказы составных частей, важных для безопасности);
- **Опасные социальные явления** - несанкционированные действия с потенциально опасными объектами, нападения на них и другие события.

Прогноз риска ЧС (от греческого слова означает предвидение, предсказание) – определяет вероятность возникновения и развития ЧС на основе прогноза возможных причин её возникновения, её источника в прошлом и настоящем.

Прогноз риска чрезвычайных ситуаций по назначению подразделяются на Прогнозирование возникновения ЧС по параметрам (место, сила, время и частота), по времени упреждения (долгосрочный, краткосрочный, среднесрочный), по исходным данным (вероятно-статистический, вероятно-детерминированный, детерминированно-вероятностный).

Прогноз риска чрезвычайных ситуаций по назначению подразделяются на Прогнозирование последствий ЧС по времени проведения (априорные т.е. заблаговременно, апостериорные т.е. оперативно по факту) и по методам (экспериментальные, расчетно-экспериментальные, расчетные (по моделям) (слайд – прогноз риска ЧС).

Пространственно-временные факторы, влияющие на последствия ЧС:

- интенсивность воздействия поражающих факторов;
- размещение объекта относительно очага воздействия;
- характеристика грунтов;
- конструктивные решения и прочностные свойства зданий и сооружений;
- плотность застройки и расселения людей в пределах населённого пункта;
- размещение людей в зданиях в течение суток и в зоне риска в течение года.

Поражающие факторы ЧС и их основные параметры

Вид ЧС	Поражающий фактор	Параметр
Землетрясение	Обломки зданий и сооружений	Интенсивность землетрясения
Взрывы	Воздушная ударная волна	Избыточное давление на фронте воздушной ударной волны
Пожары	Тепловое излучение	Плотность теплового потока
Цунами; прорыв плотин	Волна цунами; волна прорыва	Высота волны; максимальная скорость волны; площадь и длительность затопления; давление гидравлического потока

Радиационные аварии	Радиационное заражение	Дозы облучения
Химические аварии	Токсичные нагрузки	Предельно допустимая концентрация, токсодоза

1. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

К источникам чрезвычайных ситуаций природного характера относятся:

– опасные геофизические явления (землетрясения, извержения вулканов, другие опасные геофизические явления);

– опасные геологические явления (оползни, обвалы, осыпи, другие опасные геологические явления);

– опасные метеорологические явления (очень сильный ветер, ураган, шквал, смерч; очень сильный дождь, очень сильный снегопад, крупный град; сильный мороз; аномально жаркая погода; пыльные бури; другие опасные метеорологические явления);

– опасные агрометеорологические явления (заморозки, засуха, суховей; засуха атмосферная, засуха почвенная; другие опасные агрометеорологические явления);

– опасные гидрологические явления (половодье, паводок, зажор, затор; сход снежных лавин; сель; другие опасные гидрологические явления);

– опасные морские гидрометеорологические явления (цунами; сильное волнение, интенсивный дрейф льдов, обледенение судов; отрыв прибрежных льдов с людьми на внутренних и внешних водоемах; другие опасные морские гидрометеорологические явления); природные пожары;

– столкновение крупного метеорита, астероида, кометы или иного небесного тела с Землёй и другие источники.

К источникам чрезвычайных ситуаций техногенного характера относятся:

– крушения грузовых и пассажирских поездов, поездов метрополитенов;

– кораблекрушения грузовых и пассажирских судов;

– авиационные катастрофы, в том числе ракетно-космические катастрофы;

– катастрофы на федеральных автомобильных трассах с грузовым и пассажирским транспортом;

– аварии на магистральных газо-, нефте-, продуктопроводах; взрывы (внезапное обрушение) в зданиях и сооружениях, в том числе на объектах промышленности, социально-бытового и культурного назначения;

– выброс опасных химических и биологических веществ;

– радиационные аварии;

– аварии на электроэнергетических системах;

– аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, в том числе на тепловых сетях в холодное время года; гидродинамические аварии;

– гуманитарная катастрофа (массовое переселение населения из других регионов Российской Федерации и сопредельных государств), связанная с гибелью людей, угрозой их жизни и здоровью в условиях военных конфликтов, в том числе за пределами территории Российской Федерации; другие техногенные источники чрезвычайных ситуаций.

Целью прогнозирования техногенных чрезвычайных ситуаций является заблаговременное получение качественной и количественной информации о возможном времени и месте техногенных чрезвычайных ситуаций, характере и степени связанных с

ними опасностей для населения и территорий и оценка возможных масштабов и ущерба от чрезвычайных ситуаций.

При прогнозировании ЧС техногенного характера решаются следующие основные задачи:

– выявление и идентификация потенциально опасных зон с возможными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера;

– разработка возможных вариантов возникновения и развития чрезвычайной ситуации, моделирование развития чрезвычайной ситуации;

– оценка вероятности (частоты) возникновения чрезвычайной ситуации по различным сценариям;

– моделирование параметров полей поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации;

– прогнозирование обстановки (инженерной, пожарной, медицинской и др.) в районе возможной чрезвычайной ситуации с целью планирования контрмер и необходимых сил и средств для проведения защитных мероприятий и ликвидации чрезвычайной ситуации;

– прогнозирование и оценка возможных социально-экономических и экологических последствий (потери, ущерб);

– оценка показателей риска и построение карт (полей) риска.

ТЕМА № 6. Авиация и государственная инспекция по маломерным судам в структуре МЧС России

Учебные вопросы:

1. Авиация в системе МЧС России;
2. Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации в системе МЧС России.

Введение.

Авиация МЧС России была образована 10 мая 1995 г. в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 457 "О создании Государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России". Сегодня авиация Министерства выполняет широкий круг задач, главная из которых – авиационное обеспечение экстренного реагирования сил «чрезвычайного» ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование. Другая важная задача – участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС.

Авиация МЧС выполняет, кроме того, авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. В первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха, причем как в России, так и за рубежом.

В рамках международной деятельности Министерства авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из «горячих точек» российских граждан и подданных стран СНГ.

Основным авиационным формированием МЧС России является Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, которое было создано для оперативного реагирования на возникающие чрезвычайные ситуации, проведения специальных поисково-спасательных операций, своевременной доставки сил и средств в районы аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Осуществлению экстренного реагирования на чрезвычайные ситуации способствует развитие современных авиационных технологий спасения как наиболее эффективных способов реагирования на чрезвычайные ситуации и спасения терпящих бедствие людей.

Вопрос № 1 <u>Авиация в системе МЧС России</u>

Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации

<u>Организует:</u>

– управление авиационными формированиями центрального подчинения, планирование и руководство применением авиации;

– оперативное использование авиации при ЧС, доставку спасателей и грузов, а также воздушных перевозок в системе МЧС России;

– подготовку авиационных формирований МЧС России;

– профессиональную подготовку, повышение квалификации летного и инженерно-технического состава, специалистов тыла и связи авиационных формирований МЧС России;

– инженерно-авиационное и аэродромно-техническое обеспечение деятельности авиационных формирований МЧС России, определяет требования к эксплуатации авиационной техники и вооружения, средств наземного обеспечения полетов;

– проведение профилактических мероприятий по обеспечению безопасности полетов, предупреждению аварийности в авиационных формированиях МЧС России, расследование, учет и анализ летных происшествий и инцидентов;

– проведение сборов, итоговых проверок, контрольных занятий, внезапных проверок боевой готовности и готовности к действиям по ЧС, комплексных и целевых проверок хода боевой подготовки авиационных формирований МЧС России.

Осуществляет:

– контроль за наличием и расходом финансовых и материальных средств, горючего и смазочных материалов авиационной номенклатуры;

– деятельность по участию в подготовке и реализации договоров по использованию авиации для доставки спасателей и грузов, в том числе международных;

– участие в подборе и расстановке руководящего летного и инженерно-технического состава, специалистов тыла, связи и радиотехнического обеспечения авиации МЧС России.

Сегодня авиация Министерства выполняет широкий круг задач, главная из которых - **авиационное обеспечение экстренного реагирования сил "чрезвычайного" ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера.**

В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование.

Другая важная задача - участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС.

Авиация МЧС выполняет, кроме того, авиационно-спасательные работы, непосредственно связанные с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. В первую очередь это относится к тушению пожаров с воздуха, причем как в России, так и за рубежом.

В рамках международной деятельности Министерства авиация привлекается для доставки гуманитарной помощи и других жизненно важных грузов в зарубежные страны и эвакуации из "горячих точек" российских граждан и подданных стран СНГ.

Статистика.

В 1995-2015 гг. авиация МЧС участвовала более чем в 350 спасательных и гуманитарных операциях международного, федерального и регионального уровней. Многое из того, что было сделано авиацией МЧС за прошедшие 15 лет, было сделано впервые в истории Министерства, России и мира.

В 2015 г. авиация Министерства по чрезвычайным ситуациям выполнила более 11 тысяч полетов, в том числе в зоны чрезвычайных ситуаций. Самолеты и вертолеты "чрезвычайного" ведомства перевезли в общей сложности около 18 тысяч человек и 14 тысяч тонн гуманитарных и специальных грузов.

Руководство Министерства высоко ценит труд своих авиаторов. Свыше 300 летчиков, инженеров и техников награждено высокими государственными наградами.

Структура МЧС России.

Основным авиационным формированием МЧС России является Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, которое было создано для оперативного реагирования на возникающие чрезвычайные ситуации, проведения специальных поисково-спасательных операций, своевременной доставки сил и средств в районы аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Авиация МЧС также имеет в своем составе базу аэродромно-технического и материального обеспечения на аэродроме "Раменское" и региональные подразделения:

– 172-ю отдельную смешанную авиационную эскадрилью (ОСАЭ) на аэродроме "Добрынское" (г. Владимир) для авиационного обеспечения сил Центрального и Южного региональных центров МЧС России;

– 235-ю ОСАЭ на аэродромах "Черемшанка" и "Емельяново" (г. Красноярск) для авиационного обеспечения сил Сибирского регионального центра МЧС России;

– 171-ю ОСАЭ на аэродроме "Хабаровск центральный" (г. Хабаровск) для авиационного обеспечения сил Дальневосточного регионального центра МЧС России.

Техническое оснащение.

Сегодня авиация Министерства насчитывает в своем составе 45 воздушных судов - двенадцать типов самолетов и вертолетов. Принимая во внимание интенсивность работы авиации МЧС, прогнозы специалистов относительно возможных чрезвычайных ситуаций в России, необходимость оказания специализированной помощи по заявкам других государств - это минимально необходимый состав, а оптимальное количество летательных аппаратов, которым должно располагать "чрезвычайное" ведомство, - 60.

Самолетный парк (15 единиц) состоит из воздушных пунктов управления на базе самолетов Ил-62М и Як-42Д, транспортно-десантных Ил-76ТД и специальных Бе-200ЧС, транспортных самолетов короткого взлета и посадки Ан-74П, незаменимых на аэродромах Сибири и Дальнего Востока, и многоцелевых Ан-3Т.

Вертолетный парк (30 единиц) включает в себя универсальные машины Ми-8 и Ка-32, легкие аварийно-спасательные вертолеты Бо-105 и БК-117, а также тяжелые многоцелевые вертолеты Ми-26Т.

В настоящее время вертолеты МЧС оснащаются поисковыми фарами, лебедками ЛПГ-300 и аппаратурой спутниковой навигации для работы в темное время суток, в северных широтах и над безориентирной местностью.

МЧС - первый заказчик серийной партии нового самолета-амфибии Бе-200, по своим техническим характеристикам не имеющего аналогов в мире. Вариант Бе-200ЧС, разработанный с учетом требований Министерства по чрезвычайным ситуациям, предназначен для выполнения поисково-спасательных операций, доставки групп спасателей и специального оборудования в районы бедствий, эвакуации пострадавших, а также тушения крупных очагов пожаров. За одну заправку топливом он способен сбросить на очаг пожара более 300 тонн воды, работая в радиусе до 100 км от аэродрома. Сегодня в составе авиации МЧС России семь самолетов Бе-200ЧС.

Самолеты Бе-200ЧС будут задействоваться также в операциях, проводимых в рамках Черноморского экономического соглашения, которое координирует экологические и гуманитарные действия стран Черноморского бассейна.

Многоцелевой турбовинтовой самолет Ан-3Т, оснащенный современной авионикой, способен перевозить 2 тонны груза на дальность до 1250 км с крейсерской скоростью 250 км/ч. В составе авиации МЧС имеется шесть таких машин.

Важной особенностью варианта Ан-3Т при эксплуатации в МЧС станет оснащение его съемными поплавками, которые могут быть установлены вместо штатного колесного шасси. Это значительно расширяет возможности базирования машины и позволяет использовать ее в качестве противопожарного самолета (с забором воды с поверхности водоема).

Разработанные и внедренные под руководством специалистов Управления авиации МЧС России новейшие авиационно-спасательные технологии и технологии пожаротушения завоевали авторитет не только в нашей стране, но и в мире.

В настоящее время на базе этих технологий успешно действуют аэромобильные спасательные комплексы (АСК). Они представляют собой сложные системы, объединяющие технические возможности авиационной и спасательной техники в сочетании с высоким профессиональным мастерством лётных экипажей и спасателей.

Основу АСК составляет транспортный самолёт Ил-76ТД, который доставляет в район чрезвычайной ситуации составляющие комплекса, в том числе вертолеты легкого класса Бо-105 и БК-117. Они могут вести поиск терпящих бедствие и эвакуировать пострадавших из района катастрофы, а самолет Ил-76ТД, превратившись в "пожарный бомбардировщик", тушить лесные пожары с высоты 50-100 м. Для этой задачи он оборудуется не имеющими аналогов в мире выливными авиационными приборами ВАП-2, которые вмещают 42 тонны воды.

Уникальны и технологии тушения очаговых пожаров с вертолётов Ми-8, Ка-32 и Ми-26 с использованием водосливных устройств ВСУ-5 и ВСУ-15.

Для ликвидации последствий крупных разливов нефтепродуктов на морских акваториях были разработаны система ВОП-3 (вертолётный опрыскиватель подвесной) и способы очистки загрязненных участков побережья при помощи специальных диспергентов и биопрепаратов, а также дегазации и дезактивации зараженных участков местности.

План реорганизации авиационных подразделений МЧС России.

27 октября 2004 г. коллегия Министерства рассмотрела вопрос реорганизации авиационных подразделений МЧС России. В соответствии с новой концепцией авиацию МЧС планируется реформировать в два этапа.

На первом, до 1 января 2006 г., реорганизовано в Федеральное государственное унитарное авиационное предприятие, в Федеральное государственное авиационное учреждение - Авиационно-спасательный центр МЧС России. В его состав вошли Управление, Центральный авиационно-спасательный отряд, а также Сибирский и Дальневосточный авиационно-спасательные отряды.

На втором этапе - в 2005-2008 гг. - реформированы летные и инженерно-авиационные подразделения отдельных смешанных авиационных эскадрилий.

База аэродромно-технического и материального обеспечения МЧС России реформирована в Центральную авиационную базу.

Руководство действиями авиации осуществляет Управление авиации и авиационно-спасательных технологий МЧС России (центральный аппарат Министерства) и отделы авиации (и авиационно-спасательных технологий) Северо-Западного, Южного, Уральского, Сибирского и Дальневосточного региональных центров. С 1 октября 2015 года Управление авиации и авиационно-спасательных технологий МЧС России, был преобразован в Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации МЧС России. Возглавляет Департамент авиационно-спасательных технологий и беспилотной авиации МЧС России Свительский Владимир Николаевич.

Перспективы развития.

Важным приоритетом в работе авиаторов МЧС остается освоение новых самолётов - Бе-200ЧС и Ан-3Т, а также вертолетов легкого класса Ка-226А которыми оснащены авиаподразделения. Помимо этого, предстоит большая работа по совершенствованию авиационно-спасательных технологий поиска и спасения людей на водных объектах и пожаротушения.

Не менее важные задачи, которые еще предстоит решить, - совершенствование нормативно-правовой базы, упрощающей процедуру полётов над крупными городами страны, а также создание современной материально-технической базы.

В планах у авиаторов МЧС - активное участие в создании эффективных механизмов предупреждения аварий и катастроф. Важную роль в этом направлении должно сыграть своевременное применение авиации для воздушной, радиационной и химической разведки в зонах ЧС, оценки противопаводковой обстановки и организации борьбы с ледовыми заторами.

Спасательная авиация МЧС России

Ни одна крупная операция по ликвидации чрезвычайных ситуаций не выполняется без применения авиационных средств. За три неполных года существования **авиации МЧС России** ее самолетами выполнено свыше 500 рейсов, перевезено более 7 тыс. тонн грузов гуманитарной помощи и средств ликвидации чрезвычайных ситуаций, эвакуировано из «горячих точек» более 2 тыс. человек. Самолеты с надписью: «МЧС России» побывали с гуманной миссией в 23 странах мира. Особому испытанию **спасательная авиация** министерства подверглась в наиболее острый период вооруженного конфликта на территории Чеченской Республики. Был налажен воздушный гуманитарный мост Москва - Грозный, по которому в Чечню практически ежедневно доставлялись медикаменты, продовольствие, инженерная техника, а обратно вывозились больные и раненые. Российские автомобильные отряды, доставлявшие гуманитарные грузы населению, пострадавшему от этнических конфликтов в Руанде, Танзании и Заире также были переброшены в Африку **спасательной авиацией**. Самолеты Ил-76 тушили пожары на складах боеприпасов в Армении и Приморье, боролись с огнем в лесных массивах Подмосковья, Сибири, на Северном Кавказе, Дальнем Востоке, заливали горящие отходы нефтепродуктов в отстойнике Волгограда. **Воздушные суда МЧС России**, как правило, многофункциональны. Так, например, самолет Ил-76 имеет несколько вариантов использования. Для осуществления пожаротушения в него устанавливается выливной авиационный прибор, вмещающий 42 тонны огнегасящей жидкости. В целях доставки в труднодоступные районы экспедиционного госпиталя в салон загружаются на парашютных платформах **медицинское оборудование**, госпитальные пневмокаркасные модули и автомашина «скорой помощи». В интересах поддержки операций при наводнениях самолет перевозит поисковую плавающую машину и машину инженерно-технического обеспечения.

В Ил-76 могут быть погружены два **малогабаритных спасательных вертолета БО-105** вместе с машиной управления. Таким образом они доставляются на ближайший к месту чрезвычайной ситуации аэродром в любом районе планеты, где в течение 20 мин приводятся в готовность к вылету и могут приступать к работе. Эта уникальная авиационно-спасательная технология, реализующая выполнение **поисковых авиационных работ** в так называемом «глобальном радиусе», создана по инициативе МЧС России благодаря сотрудничеству российских и немецких авиаконструкторов.

Она уже не раз применялась при проведении **поисковых работ**, в том числе при авиакатастрофах в Хабаровском крае и во Вьетнаме. Тогда из Москвы самолетом Ил-76 вертолет БО-105 был доставлен на Дальний Восток, где при температуре -30 °С участвовал в поисках упавшего пассажирского авиалайнера. После этого он был переброшен во Вьетнам - там в условиях тропической непогоды со средней температурой +28 °С экипаж вертолета со спасателями Центроспаса вел поиски разбившихся российских истребителей. Сложнейшая для людей и техники задача была выполнена мастерски: место катастрофы найдено, тела погибших и специальные приборы извлечены из ущелья и эвакуированы в Россию.

Вертолет БО-105 получил «прописку» в Москве, стал воздушной «скорой помощью» для пострадавших в дорожных авариях. Время их доставки в НИИ СП им. Склифосовского после вызова вертолета из любой точки Москвы составляет менее 20 мин. Во время перелета пострадавшие получают медицинскую помощь. Их шансы выжить теперь значительно возросли.

Самолеты Ан-74 доставляли спасателей и их мобильный лагерь на ледовое поле вблизи Северного полюса. Специальная группа спасателей-десантников прыгнула на полюс с парашютами, пробуя свои возможности в проведении спасательных операций в сложных условиях Арктики.

Каждая **авиационно-спасательная операция** сложна по исполнению и требует высокой подготовки пилотов, штурманов, других членов экипажей, наземных служб, спасателей.

Несмотря на эффективность проведения поисково-спасательных работ с использованием вертолета, существует немало ограничений. **Вертолет** не может совершать посадку на высоте более 6000 метров, в узких ущельях, на крутых склонах, вершинах, при отсутствии площадок для посадки, внезапном ухудшении погоды, резком усилении ветра и изменении его направления, при тумане, облачности, грозе, снегопаде. Поэтому одновременно с планированием участия **вертолета в ПСР** необходимо намечать наземные варианты поиска и спасения пострадавших.

Основные характеристики самолетов и вертолетов

Тип самолета, вертолета	Число пассажирских мест	Практическая дальность полета, км	Техническая скорость, км/час	Необходимая длина взлетно-посадочной полосы, м
Ил-86	350	3030	806	2600
Ил-62	168	7440	810	3000
ИЛ-62М	168	8020	812	3000
Ту-154Б	164	2790	791	2500
Ил-18В,Е	100	3840	600	1920
Ту-134А	76	1570	718	2300
Ту- 134	72	1800	726	2420
Ан-24	50	190	355	1600
АН-24РВ	50	510	391	1600
ЯК-40	30	775	463	1400
Як-42	120	2360	800	1800
Л-410М	15	180	290	1000
Л-410УВП	12	300	297	860
Ан-2	12	1365	217	650
МИ-2	8	185	180	35
Ми-6	30	615	235	200
Ми-8	28	550	205	120
Ка-26	7	500	140	35

МЧС закупит новые самолеты и вертолеты

МЧС России в рамках развития авиационно-спасательных технологий планирует оснастить свои авиационные подразделения двухдвигательным вертолетом нового поколения AgustaWestland, сборка которого уже осуществляется на заводе в Подмосковье.



В настоящее время в структуре МЧС имеется восемь авиационно-спасательных центров, которые дислоцируются в городе Жуковский (Московская область), петербургском “Пулково-2″, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Минеральных Водах, а также Красноярске и Хабаровске. В зону ответственности авиационно-спасательного центра “Южный” (Ростов-на-Дону) также входит Крым.

В авиапарке министерства сейчас более 70 воздушных судов самых разных типов и классов. Это транспортные Ил-76, амфибии Бе-200, самолеты Ан-148, которые используются для санитарной эвакуации. Основу вертолетного парка МЧС составляют Ми-8 и Ка-32. Кроме того, есть самые крупные в мире транспортные вертолеты Ми-26, а также легкие аварийно-спасательные вертолеты Бо-105 и БК-117, которые используются для проведения спасательных работ в сложных условиях.

“Оснащение авиации современными самолетами и вертолетами отечественного производства (Суперджет-100, Ил-76, Ту-214, Ми-8МТВ, Агуста и другие)”, – говорится в материалах “МЧС-2030: современные технологии государственного управления в сфере безопасности жизнедеятельности населения”, имеющихся в распоряжении РИА Новости.

Вопрос № 2. <u>Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации в системе МЧС России.</u>

Государственная инспекция по маломерным судам Российской Федерации (ГИМС России) – это территориальный орган ГИМС МЧС России исполняющий государственную функцию по надзору на водных объектах за пользованием маломерными судами, базами (сооружениями) для их стоянок и иными объектами (пляжи, переправы и наплавные мосты).

Была образована постановлением Совета Министров РСФСР от 15 июня 1984 года № 259 и до февраля 2004 года находилась в ведении Минжилкомхоза РСФСР, Минархстроя России, Минэкологии России, Минприроды России, Госкомэкологии России и МПР России.

Основные задачи ГИМС МЧС России:

- осуществление государственного и технического надзора за маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок и их пользованием во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;
- осуществление безопасности людей на водных объектах (в пределах своей компетенции).

Основные функции ГИМС МЧС России

- организует в пределах своей компетенции надзор и контроль за выполнением требований по обеспечению безопасности людей и охраны жизни людей на базах (сооружениях) для стоянок маломерных судов, пляжах, переправах и наплавных мостах;
- осуществляет в установленном порядке классификацию, государственную регистрацию, учет, первичные и ежегодные технические освидетельствования, и осмотры маломерных судов, присвоение им государственных (бортовых) номеров, выдачу судовых билетов и иных документов на зарегистрированные маломерные суда;
- осуществляет учет, ежегодное техническое освидетельствование баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, пляжей, переправ и наплавных мостов, выдачу разрешений на эксплуатацию баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, переправ и наплавных мостов, а также разрешений на пользование пляжами;
- осуществляет аттестацию судоводителей и выдачу им удостоверений на право управления маломерным судном;
- осуществляет в установленном порядке производство по делам об административных правонарушениях в пределах своей компетенции;
- участвует в поиске и спасании людей на водных объектах;
- осуществляет ведение единого реестра зарегистрированных маломерных судов и государственный учет выдаваемых удостоверений на право управления маломерными судами, регистрационных и иных документов, необходимых для допуска маломерных судов и судоводителей к участию в плавании.

Состав системы ГИМС МЧС России:

- Управление государственной инспекции по маломерным судам МЧС России;
- 6 отделов ГИМС в составе региональных центров МЧС России;
- 88 территориальных органов ГИМС (отделов) в составе главных управлений МЧС России по субъектам РФ;
- 82 центра ГИМС МЧС России по субъектам РФ, в состав которых входят 110 инспекторских отделений, 512 инспекторских участков, 89 групп технического надзора, 94 группы регистрационной и экзаменационной работы, 138 групп патрульной службы;
- государственное учреждение «Центр обеспечения деятельности ГИМС МЧС России».

Штатная численность ГИМС МЧС России в настоящее время составляет 5602 человека, из них государственных инспекторов по маломерным судам – 3022 человека, в том числе в центрах ГИМС по субъектам РФ – 2546 человек.

Маломерным судном является и подлежит регистрации в ГИМС МЧС РФ:

- морское прогулочное судно (катер, мощностью более 75 л.с.);
- катер (судно со стационарным двигателем, мощностью менее 75 л.с.);
- моторная лодка (судно с подвесными моторами, независимо от мощности);
- водный мотоцикл (гидроцикл);
- парусно-моторное судно;
- гребная лодка грузоподъемностью 100 кг и выше;
- надувное судно (резиновая или из другого материала лодка) грузоподъемностью 225 кг и выше;
- байдарка грузоподъемностью 150 кг и выше;
- несамоходное судно вместимостью менее 80 тонн (плавдача, понтон, иное плавучее средство).

Структура ГИМС МЧС России в Уральском федеральном округе.

ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации осуществляет свои функции через отдел ГИМС, входящий в состав Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, а также подразделения центра ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации, осуществляющие технический надзор, регистрационную и экзаменационную работу, патрульную службу, диагностику и проведение технических освидетельствований (осмотров) маломерных судов и другие функции в области пользования маломерными судами. В Уральском федеральном округе имеется 6 Центров государственной инспекции маломерных судов ГИМС МЧС России по субъектам Российской Федерации (Курганской, Свердловской, Тюменской, Челябинской областям, ХМАО-Югре и ЯНАО), имеющих в своем составе 166 государственных инспекторов по маломерным судам.

В период своей деятельности в составе МЧС России с 2005 по 2015 годы Государственной инспекцией по маломерным судам МЧС России Уральского региона:

зарегистрировано более 128 тысяч маломерных судов, аттестовано 48 тысяч судоводителей маломерных судов;

проведены технические освидетельствования: около 4,0 тысяч баз (сооружений) для стоянок маломерных судов, более 4,0 тысяч пляжей, 4,8 тысячи ледовых переправ;

проведено более 35 тысяч рейдов и патрулирований, в ходе которых выявлено 32 тысячи правонарушений.

С момента образования Государственной инспекции по маломерным судам на водных объектах сотрудниками ГИМС спасено около 380 человек, количество происшествий и гибели людей на водных объектах уменьшилось в 2,5 раза, произошло значительное снижение аварийности с маломерными судами.

Государственные инспекции по маломерным судам постоянно принимают участие в ликвидации чрезвычайных ситуации на водоемах субъектов, региона и крупномасштабной ЧС по наводнению в Дальневосточном ФО. За профессионализм и мужество проявленных в ходе ликвидации ЧС и исполнении служебных обязанностей более 50 сотрудников ГИМС региона награждены ведомственными наградами.

В Уральском региональном центре МЧС России с 1 мая 2015 года отдел ГИМС сокращен. Обязанности отдела ГИМС в региональном центре распределены между управлениями гражданской защиты, поисково-спасательных сил и специальных формирований, и материально-технического обеспечения.

ТЕМА № 7. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Целью данной лекции является:

Ознакомить Вас с нормативной правовой базой в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера. Дать понятие основным критериям и правилам отнесения территорий к группам по гражданской обороне и порядок отнесения организаций к категориям по ГО, а также дать классификацию ЧС природного и техногенного характера.

В ходе лекции нами будут рассмотрены следующие вопросы:

1) Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны.

2) Законодательные и иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ВВЕДЕНИЕ

История развития современной цивилизации представляет собой сложный и противоречивый процесс, в котором тесно переплетаются порядок и хаос, устойчивость и уязвимость, поступательность и бифуркации, созидание и разрушение. Решение актуальных проблем политики и экономики отдельных государств и международного сообщества, достигаемое благодаря прогрессу в науке, технике и производстве, сменяется неопределённостью ситуации, которая связана с появлением новых проблем природного, техногенного, социального характера, обострение которых чревато угрозами нормальной, повседневной деятельности людей, их здоровью и жизни.

Обращение к истории человечества показывает, что в состоянии стабильности и мира народы и страны пребывали всего лишь около пяти процентов своего существования, проводя подавляющую его часть в разрешении конфликтов между собой и природой.

За последние 30 лет от чрезвычайных ситуаций пострадало более 3 миллиардов человек, из них погибло более 4 миллионов человек. Прямой экономический ущерб составил 337 миллиардов долларов. От чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера ежегодно человечество теряет до 5-10% совокупного валового продукта. Среднегодовой рост социально-политических и экономических потерь от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера составил по числу погибших 43%, по числу пострадавших - 9% и по материальному ущербу - свыше 10%2.

В Российской Федерации за последние два десятилетия резко обострились проблемы обеспечения безопасности населения и территории страны в связи с наметившимся ростом чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также увеличением числа проявлений терроризма и расширением причин и возможностей развязывания войн в мире.

Чрезвычайные ситуации природного характера обусловлены явлениями и процессами в природе, приводящими к стихийным бедствиям. В год на Земле возникает более 5 миллионов пожаров, примерно 100 тысяч гроз, около 10 тысяч наводнений, тысячи землетрясений, ураганов, оползней, тайфунов, сотни извержений вулканов и тропических циклонов. Например, на территории Российской Федерации ежегодно возникает около 300 тысяч пожаров, от которых погибает примерно 15 тысяч человек, материальные потери превышают 20 миллиардов рублей.

Многие чрезвычайные ситуации связаны с хозяйственной деятельностью человека, масштабы которой быстро растут. Наличие в Российской Федерации большого количества потенциально опасных объектов и, прежде всего радиационно-опасных и химически опасных, в случае их аварий и разрушений может привести к непоправимым последствиям. По расчётам специалистов, возможная авария на десяти атомных электростанциях,

расположенных на территории Российской Федерации, может привести к радиоактивному загрязнению территории с населением свыше 120 миллионов человек, а аварии на 2600 химически опасных объектах - к химическому заражению территории с населением около 60 миллионов человек.

Государство призвано оперативно принять меры, чтобы с наименьшими потерями урегулировать кризисные ситуации. Если оно своевременно не находит или объективно не может дать эффективного ответа на возникающие угрозы, то возникают катастрофы и бедствия, конфликты и беспорядки, революции, мятежи или акты терроризма - всё то, что нарушает и разрушает непрерывность развития и целостность социально-экономических и политических систем.

В настоящее время государственное управление немыслимо без административно-правовых режимов. Современная государственно-правовая ситуация в Российской Федерации, стремление федеральных органов власти обеспечить единство и стабильность осуществления государственной власти на всей территории страны приводят к необходимости совершенствования правовых режимов и разработки конституционно-правовых механизмов, направленных на их обеспечение.

«Гражданская оборона на современном этапе является важной государственной системой, решающей задачи не только в рамках оборонного строительства, но и обеспечивающей безопасность государства и его граждан от угроз и вызовов мирного времени. Мероприятия по ГО становятся все более востребованными, социально ориентированными и направленными на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения, что обуславливает необходимость повышения готовности гражданской обороны к функционированию в мирное и военное время, её совершенствование и развитие …».

В.А. Пучков

Вопрос № 1 Законодательные и иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны.

Перечень основных нормативно-правовых актов в области организации гражданской обороны:

1. Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»;

2. Указ Президента РФ от 30 сентября 2011 г. № 1265 «О спасательных воинских формированиях Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий» – утверждает Положение о спасательных воинских формированиях МЧС России, их структуру и состав;

3. Положение о гражданской обороне в РФ, утверждено постановлением Правительства РФ от 26 ноября 2007 г. № 804;

4. Порядок отнесения территорий к группам по гражданской обороне, утвержден постановлением Правительства РФ от 3 октября 1998 г. № 1149

5. Порядок создания убежищ и иных объектов ГО утвержден постановлением Правительства РФ от 29 ноября 1999 г. № 1309;

6. Положение о накоплении, хранении и использовании в целях ГО запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств утверждено постановлением Правительства РФ от 27 апреля 2000 г. № 379;

7. Положение об организации обучения населения в области ГО, утвержденное постановлением Правительства РФ от 2 ноября 2000 г. № 841;

8. Положение о создании (назначении) в организациях структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области ГО (утв. постановлением Правительства РФ от 10 июля 1999 г. № 782).

Порядок отнесения территорий к группам по гражданской обороне (утв. постановлением Правительства РФ от 3 октября 1998 г. N 1149).

Порядок, разработан в соответствии с Федеральным законом "О гражданской обороне", определяет основные критерии и правила отнесения территорий к группам по гражданской обороне.

Отнесение территорий к группам по гражданской обороне осуществляется с целью заблаговременной разработки и реализации мероприятий по гражданской обороне в объеме, необходимом и достаточном для предотвращения чрезвычайных ситуаций и защиты населения от поражающих факторов, и последствий чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время, с учетом мероприятий по защите населения и территорий в связи с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Отнесение территорий городов или иных населенных пунктов к группам по гражданской обороне осуществляется в зависимости от их оборонного и экономического значения, численности населения, а также нахождения на территориях организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне особой важности, первой и второй или представляющих опасность для населения и территорий в связи с возможностью химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

Для территорий городов и иных населенных пунктов устанавливаются особая, первая и вторая группы по гражданской обороне.

К **особой группе территорий** по гражданской обороне относятся территории городов федерального значения.

К **первой группе территорий** по гражданской обороне относится территория города, если:

– численность населения превышает 1000 тыс. человек;

– численность населения составляет от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек и на ней расположены не менее трех организаций особой важности по гражданской обороне или более 50 организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;

– более 50 процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

Ко второй группе территорий по гражданской обороне относится территория города, если:

– численность населения составляет **от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек;**

– численность населения составляет **от 150 тыс. человек до 500 тыс. человек** и на ней расположены не менее двух организаций особой важности по гражданской обороне либо **более 20** организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;

– **более 30** процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

Ко второй группе территорий по гражданской обороне относятся также территории закрытых административно-территориальных образований.

Предложения по отнесению территорий к группам по гражданской обороне подготавливаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Органы местного самоуправления по запросу органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации подготавливают согласованные с соответствующими главными управлениями Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации предложения по отнесению территорий к группам по

гражданской обороне и вносят их в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации разрабатывают на основе материалов, представляемых органами местного самоуправления, предложения по отнесению территорий к группам по гражданской обороне и направляют их в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и Министерство экономического развития Российской Федерации.

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий совместно с Министерством экономического развития Российской Федерации обобщают предложения органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и представляют в Правительство Российской Федерации проект перечня территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне.

Перечень территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне, уточняется Правительством Российской Федерации по мере необходимости, но не реже одного раза в пять лет, по представлению Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и Министерства экономического развития Российской Федерации.

ПОРЯДОК ОТНЕСЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ К КАТЕГОРИЯМ ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 сентября 1998 г. № 1115).

Отнесение организаций к категориям по гражданской обороне осуществляется в целях сохранения этих организаций и защиты их персонала от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, путем заблаговременной разработки и реализации мероприятий по гражданской обороне.

Устанавливаются следующие категории по гражданской обороне:

- особой важности;
- первой категории;
- второй категории.

Основными показателями для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне являются:

- численность работающих (общая, наибольшей работающей смены) в военное время;
- объем выпускаемой продукции (работ, услуг) для государственных нужд в военное время.

Дополнительные показатели для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне устанавливает МЧС России с участием Министерства экономики Российской Федерации и по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Вопрос № 2. <u>Законодательные и иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.</u>

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы,

ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Перечень основных нормативно-правовых актов в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера:

1. *Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»;*
2. *Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС»;*
3. *Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2013 г. № 1007 «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС»;*
4. *Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций»;*
5. *Порядок сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, утвержденный постановлением Правительства РФ от 24 марта 1997 г. № 334;*
6. *Положение о подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера, утвержденное постановлением Правительства РФ от 4 сентября 2003 г. № 547;*
7. *Положение о порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденное постановлением Правительства РФ от 10 ноября 1996 г. № 1340.*

Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Во исполнение Федерального закона "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" Правительство Российской Федерации постановляет:

Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера классифицируются на:

чрезвычайную ситуацию локального характера – в результате, которой территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее – зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее – количество пострадавших), составляет **не более 10 человек** либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее – размер материального ущерба) составляет **не более 100 тыс. рублей;**

чрезвычайную ситуацию муниципального характера – в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет **не более 50 человек** либо размер материального ущерба составляет **не более 5 млн. рублей**, а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайной ситуации локального характера;

чрезвычайную ситуацию межмуниципального характера – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более **50 человек** либо размер материального ущерба составляет **не более 5 млн. рублей;**

чрезвычайную ситуацию регионального характера – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской

Федерации, при этом количество пострадавших составляет **свыше 50 человек**, но не **более 500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;**

<u>чрезвычайную ситуацию межрегионального характера</u> – в результате, которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет **свыше 50 человек**, но **не более 500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 5 млн. рублей**, но **не более 500 млн. рублей;**

<u>чрезвычайную ситуацию федерального характера</u> - в результате, которой количество пострадавших составляет **свыше 500 человек** либо размер материального ущерба составляет **свыше 500 млн. рублей.**

Приказ Министра МЧС России от 8 июля 2004 года № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях» разработан в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 года № 794. Данный приказ утвердил критерии информации о чрезвычайных ситуациях представляемые в МЧС России.

Критерии информации о чрезвычайных ситуациях подразделяются: ***техногенные, природные, биолого-социальные и на крупные террористические акты.***

I. Техногенные чрезвычайные ситуации

1.1. Транспортные аварии (катастрофы)

Критерии отнесения к ЧС: 1). Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более; 2). Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - предприятиям, учреждениям и организациям – 500 МРОТ.

1.2. Пожары и взрывы

Критерии отнесения к ЧС: 1). Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более; 2). Прямой материальный ущерб: – 1500 МРОТ и более.

1.3. Аварии с выбросом и (или) сбросом аварийно- химических опасных веществ.

Критерии отнесения к ЧС:

1. 1.О факте пролива на грунт токсичных веществ сообщается как о ЧС по решению органа управления по делам ГО и ЧС. Превышение ПДК (ПДУ) в пределах санитарно-защитной зоны, по которому аварию относят к источнику происшедшей ЧС, устанавливается органами управления по делам ГО и ЧС с учетом местных условий.
2. Распространение загрязнения за санитарно-защитную зону с превышением (ПДК (ПДУ) в 5 раз и более*(5).
3. Максимальное разовое превышение ПДК экологически вредных веществ в поверхностных, подземных и морских водах (вне зон хронического загрязнения) в 100 раз и более.
4. Превышение ПДУ в 50 и более раз при загрязнении почв (грунтов) на площади 100 га и более.
5. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.
6. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

1.4. Аварии с выбросом и (или) сбросом радиоактивных веществ (РВ).

Критерии отнесения к ЧС:

1. Третий (серьезный) инцидент и более высокие уровни событий (аварий) по международной шкале ядерных событий (ИНЕС) на АЭС или иных ядерных установках.
2. Распространение загрязнения за санитарно-защитную зону с превышением ПДК (ПДУ) в 5 и более раз.
3. Максимальное разовое превышение ПДК в поверхностных, подземных и морских водах (вне зон хронического загрязнения) в 100 и более раз.
4. Превышение ПДУ при загрязнении почв (грунтов) в 100 раз и более на площади 100 га и более.
5. Уровни (дозы) облучения населения при радиационных авариях или обнаружении радиоактивного загрязнения, требующие вмешательства (осуществления защитных мероприятий), установленные "Нормами радиационной безопасности (НРБ-99)" (табл. 6.1-6.3).
6. При выполнении условий:

– измеренная мощность дозы гамма-излучения от переносных, передвижных, стационарных аппаратов с радиационными источниками - более 20 мкГр/ч на расстоянии 1 м;

– измеренная мощность дозы гамма - излучения у поверхности блока радиоизотопного прибора - более 10 мкГр/ч, а на расстоянии 1 м от поверхности блока более 3 мкГр/ч - решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС с учетом местных условий.

7. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

8. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ.

1.5. Аварии с выбросом и (или) сбросом патогенных для человека микроорганизма.

Критерии отнесения к ЧС:

1. Любой факт выброса (сброса) токсичных веществ.

2. Любой факт выброса (сброса) веществ, содержащих возбудитель инфекционных заболеваний людей I и II групп патогенности и опасных заболеваний животных.

1.6. Внезапное обрушение зданий, сооружений, пород.

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - организации – 500 МРОТ.

1.7. Аварии на электроэнергетических системах

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ.

1.8. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения.

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших – 2 человека и более, число госпитализированных – 4 человека и более;

2. Прямой материальный ущерб: - гражданам – 100 МРОТ; - организации – 500 МРОТ.

1.9. Аварии на очистных сооружениях.

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших - 2 чел. и более. Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб: гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ.

3. Решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС (если не достигнуты значения общих критериев).

1.10. Гидродинамические аварии.

1 . Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

3. Решение об отнесении аварии к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС (если не достигнуты значения общих критериев).

II. Природные чрезвычайные ситуации.

2.1. Опасные геофизические явления

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ, организации - 500 МРОТ;

3. Разрушение почвенного покрова на площади - 10 га и более.

4. Гибель посевов с/х культур или природной растительности единовременно на площади - 100 га и более.

2.2. Опасные геологические явления

1.Число погибших 2 человека и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ.

3. Разрушение почвенного покрова на площади - 10 га и более.

4. Гибель посевов с/х культур или природной растительности единовременно на площади - 100 га и более.

2.3. Опасные метеорологические явления

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности единовременно на площади - 100 га и более

2.4. Морские опасные гидрометеорологические явления

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

2.5. Опасные гидрологические явления

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ; организации - 500 МРОТ

3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности единовременно на площади -100 га и более.

2.6. Природные пожары

1. Число погибших - 2 чел. и более.

Число госпитализированных - 4 чел. и более.

2. Прямой материальный ущерб:

гражданам - 100 МРОТ;

организации - 500 МРОТ.

III. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации

3.1. Инфекционные, паразитарные болезни и отравления людей

Каждый случай особо опасного заболевания

Групповые случаи заболеваний - 10-50 чел. и более.

Умерших в течение одного инкубационного периода 2 чел. и более.

3.2. Особо опасные болезни сельскохозяйственных животных и рыб

1. Каждый отдельный (спорадический) случай острой инфекционной болезни.
2. Несколько случаев острой инфекционной болезни (эпизоотия).

3.3. Карантинные и особо опасные болезни и вредители сельскохозяйственных растений и леса

Болезни растений, приведшие к гибели растений или экономически значимому недобору урожая на площади 100 га и более.

IV. Крупные террористические акты.

Критерии отнесения к ЧС:

1. Число погибших - 5 чел. и более. Число госпитализированных 10 чел. и более.
2. Прямой материальный ущерб - свыше 1 тыс. МРОТ

Таким образом, необходимость совершенствования законодательства в области гражданской обороны и защиты населения и территории от ЧС в Российской Федерации на современном этапе является необходимым условием обеспечения обороноспособности государства.

ТЕМА 8. Основные направления международного сотрудничества МЧС России

1. Вопрос Направления международного сотрудничества МЧС России.

Важное место в международном сотрудничестве России по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера занимают отношения со следующими важнейшими международными организациями:

– С Департаментом Организации объединенных наций (**далее – ООН**) по гуманитарным вопросам, на базе которого в 1998 году создано *Управление ООН по координации гуманитарных вопросов* **(УКГВ);**

– С Управлением Верховного Комиссара ООН по делам беженцев **(УВКБ ООН);**

– С Международной организацией гражданской обороны;

– С **Советом Европы** по прогнозированию, предотвращению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и технологических катастроф;

– С Международным агентством по атомной энергии **(МАГАТЭ**);

– С Программой ООН по окружающей среде **(ЮНЕП);**

– С Всемирной организацией здравоохранения;

– С Международной федерацией обществ Красного Креста и Красного Полумесяца **(МККК**П);

– С Департаментом чрезвычайного гражданского планирования НАТО.

Наиболее важное место в международном сотрудничестве России по вопросам защиты населения от чрезвычайных ситуаций занимают ***отношения с ООН*** — организацией, обладающей уникальными возможностями по объединению усилий стран в борьбе с катастрофами и кризисами. В настоящее время существенную роль в координации международных усилий по вопросам оказания помощи при бедствиях играет Управление ООН по координации гуманитарных вопросов **(УКГВ ООН**). Для решения практических вопросов повышения готовности, чрезвычайного реагирования, координации в ходе предупреждения
и ликвидации различных чрезвычайных ситуаций при УКГВ ООН созданы Экспертная группа ООН по оценке чрезвычайной ситуации и координации деятельности, а также Международная консультативная поисково-спасательная группа *(ИНСАРАГ*). МЧС России тесно сотрудничает с этим специализированным органом, участвуя в гуманитарных операциях ООН. Нашей стране благодаря этому сотрудничеству удается в своих интересах использовать возможности международного сообщества, получать целевую международную помощь. Перспективным является сотрудничество с УКГВ ООН в рамках ***проекта 213/3*** *«Об использовании военных ресурсов и средств гражданской обороны при чрезвычайных ситуациях и в международных гуманитарных операциях» (ВРСГО)*. В настоящее время работа в рамках проекта ВРСГО идет достаточно активно. К участию в нем привлечены Управление Верховного Комиссара по делам беженцев *(УВКБ ООН*), Международная федерация общества КРАСНОГО Креста и Красного Полумесяца *(МККК*П), Бюро Евросоюза по гуманитарным вопросам структуры гражданского планирования НАТО, а также национальные службы 40 стран мира.

Другим специализированным органом ООН, с которым Россия в лице МЧС России осуществляет тесное сотрудничество, является ***Управление Верховного Комиссара ООН по делам беженцев (УВКБ ООН).*** Деятельность Управления направлена на международную защиту беженцев под покровительством ООН, поиск решения проблемы беженцев посредством оказания помощи государствам, международным и частным организациям в деле добровольной репатриации беженцев или их ассимиляции в новых национальных общинах.

УВКБ ООН принимает также меры и оказывает помощь в чрезвычайных ситуациях, участвует в гуманитарных операциях, зачастую возглавляя такие акции. Последнее объясняется тем, что это управление в отличие от других структур ООН может быстро создавать в районах бедствий и кризисов действующую полевую сеть управления. Это позволяет эффективно проводить крупномасштабные операции по оказанию помощи.

В рамках системы МЧС России были сформированы ***экспедиционные силы*** (автотранспортные отряды) *для участия на условиях контрактов в международных гуманитарных операциях.* Под эгидой УВКБ ООН они успешно работали в бывшей Югославии, доставляя грузы гуманитарной помощи в осажденные города Боснии и Герцеговины. Была оказана гуманитарная помощь Афганистану, Китаю, Колумбии, Кубе, ряду стран Содружества независимых государств (всего **12** государств).

На основе опыта этой работы в системе МЧС России был создан **Российский национальный корпус чрезвычайного гуманитарного реагирования России,** а позже в его составе было учреждено *Агентство по обеспечению и координации российского участия в международных гуманитарных операциях (**Агентство «ЭМЕРКОМ»**)*, работающие при МЧС России. Корпус имеет в своем распоряжении авиацию, автотранспортные отряды, медицинские, инженерные подразделения и другие силы, позволяющие МЧС России при координации со стороны МИД России оперативно и квалифицированно реагировать на запросы ООН и ее спецучреждений, а также осуществлять собственные гуманитарные инициативы. Эти силы уже в 1995 — 1996 годах приняли участие в чрезвычайной операции ООН по обеспечению выживания беженцев в Руанде и Заире.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений международной деятельности МЧС России под эгидой ООН является ***гуманитарное разминирование***. Мины - наследие многочисленных военных конфликтов XX века - серьезная угроза гражданскому населению. В связи с этим предпринимаются определенные меры по выходу России на рынок гуманитарного разминирования — важный сектор гуманитарных услуг.

Во исполнение *распоряжения Правительства Российской Федерации **от 28 августа 2013 г. № 1510-р*** осуществляется программа по обеспечению деятельности и развития *Российско-Сербского гуманитарного центра*.

Во исполнение *распоряжения Правительства Российской Федерации* **от 04.12.2012 г. № 2252-р** идет осуществление трехлетней программы по оказанию помощи Республике Сербия. Совместным Российско-Сербским отрядом разминирования с 31 марта 2014 г. очищена **площадь 398 111 м^2,** обнаружено **283 взрывоопасных** предметов.

Сотрудничество с ООН, ее органами и организациями содействует достижению интересов России, создает возможность для получения страной международной помощи.

Так, важной сферой сотрудничества является мобилизация международного содействия в целях ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф на территории России. В результате целенаправленной работы с ООН удалось привлечь около **5 млн. долларов** для ликвидации последствий Нефтегорского землетрясения. В 1997 году для населения Якутии, Сахалина и Хабаровского края, пострадавшего от наводнений и лесных пожаров, начата реализация проектов помощи Программы развития ООН стоимостью более **1,5 млн. долларов.**

Организация «Частичное открытое соглашение Совета Европы по прогнозированию, предотвращению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и технологических катастроф» **(далее-ЧОС**) была создана в 1987 году с целью развития международного сотрудничества стран Западной и Восточной Европы, и Южного Средиземноморья в области борьбы с катастрофами.

В настоящее время в состав ЧОС входят **23** государства, как являющиеся членами Совета Европы, так и не являющиеся его членами, а также В 1991 году Россия подтвердила свое участие в ЧОС.

Практическая работа с этой организацией началась в 1992 году, когда Россия как полноправный член ЧОС не только стала активно участвовать в его заседаниях, но и оказала помощь Турции при землетрясении. Существенным вкладом России в деятельность организации стало создание в Москве нового центра — Европейского центра новых технологий управления рисками стихийных бедствий и технологических катастроф.

Как вклад МЧС России в международное гуманитарное право можно оценивать инициативу в подготовке проекта *Этической хартии по защите прав человека в случае чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера,* которая востребована процессом развития Совета Европы.

Определенное место в системе международных отношений занимает сотрудничество России **с *Международной организацией гражданской обороны. (МОГО).*** Задачами МОГО являются:

– сбор и распространение информации по вопросам гражданской обороны (гражданской защиты);

– подготовка кадров по гражданской обороне;

– оказание помощи государствам в создании и развитии национальных структур гражданской обороны.

Большинство государств - членов организации являются развивающимися странами, которые из-за ограниченных экономических возможностей наиболее уязвимы при бедствиях, военных и других конфликтах. Вместе с тем в нее постепенно вступают и европейские страны. В настоящее время в *МОГО* входит более **50** государств. *Одним из перспективных направлений сотрудничества с МОГО стала подготовка сотрудников МЧС России, подведомственных ему организаций, офицеров войск гражданской обороны на курсах повышения квалификации, организуемых этой организацией*. За 1994 — 1999 годы прошли стажировку на таких курсах в Швейцарии и других странах ***более 70)*** *специалистов* МЧС России. В 1995 году МЧС России было подписано соглашение с МОГО о создании и деятельности Регионального центра МОГО на базе Академии гражданской защиты МЧС России. С этого момента зарубежные специалисты регулярно проходили стажировку на базе этого центра. Благодаря сотрудничеству с МОГО Россия получила прямой доступ к сотрудничеству с национальными структурами гражданской защиты (обороны) большого числа стран мира.

Авторитет МЧС России способствовал принятию в МОГО ряда государств — участников СНГ, поддержке наших инициатив в государствах Ближнего Востока. Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий был избран президентом Генассамблеи МОГО на двухгодичный срок. В руководящем органе МОГО - *Постоянном секретариате*- МЧС России имеет своего представителя, что позволяет активно влиять на деятельность этой организации.

Определенное место в международном сотрудничестве России по вопросам чрезвычайных ситуаций занимает взаимодействие с **НАТО.**

Начиная с 1993 года, *МЧС России активно сотрудничает с Департаментом чрезвычайного гражданского планирования НАТО.* Международная и отчасти внутренняя гуманитарная деятельность при чрезвычайных ситуациях выступает как новая эффективная ступень международного сотрудничества и взаимопомощи всех структур российского общества и государства. Она становится неотъемлемой частью будущего миропорядка, в основе которого лежит ценность человеческой личности вне зависимости от места и условий ее обитания.

2. Вопрос Направления международного сотрудничества Уральского регионального центра МЧС России.

Уральский федеральный округ это административно-территориальное образование в Уральской части Российской Федерации, созданное в соответствии с *Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г* ***№ 849***.

В состав федерального округа входит **6** субъектов Российской Федерации – Курганская, Свердловская, Челябинская, Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Территория округа имеет площадь более **1** миллиона **823** тысяч квадратных километров, что составляет более **10 %** территории Российской Федерации.

Численность населения субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа превышает **12** миллионов человек.

Регион имеет сухопутную государственную границу с Республикой Казахстан, протяжённость которой составляет **1465,1** километров (**15** муниципальных образований Челябинской, Курганской и Тюменской областей). Приграничные территории Республики Казахстан - Костанайская и Северо – Казахстанская области (**11** районов).

Учитывая уровень развития промышленного потенциала округа, наличие различных потенциально опасных объектов, гидротехнических сооружений, на приграничных территориях возможно возникновение разно образных по масштабам и последствиям чрезвычайных ситуаций.

Через Российско-Казахстанскую границу осуществляются:

– международные автомобильные перевозки (межрегиональные автомобильные маршруты Курган-Петропавловск, Челябинск-Троицк-Костанай);

– железнодорожное сообщение по маршрутам Магнитогорск-Карталы-Костанай, Челябинск-Троицк-Костанай, Курган-Петропавловск-Омск;

– проходят ветки магистрального газопровода «Бухара-Урал».

Наиболее крупными водными объектами, проходящими через границу России и Казахстана являются реки Урал, Иртыш и Ишим, Тобол *имеющие ярко выраженное весеннее половодье.*

На территории Республики Казахстан расположены **4** крупных водохранилища осуществляющих сброс воды по рекам Тобол и Ишим на территорию Курганской и Тюменской областей.

Координация совместных действий при пропуске паводковых вод через трансграничные водохранилища имеет особо важное значение, это показало катастрофическое половодье 1994 года.

В тот год в результате *нескоординированных* действий эксплуатирующих организаций произошло наложение пика половодья и сбросов воды из Каратамарского водохранилища в верховьях реки Тобол (Республика Казахстан), что повлекло наводнение на территории Курганской области. Максимальный уровень воды в р. Тобол у города Кургана тогда превысил отметку «опасного явления» более чем на 2 метра.

Всего за сутки в зоне затопления оказались **2** крупнейших города области - Курган и Шадринск, были затоплены **18** районов области,**114** сельских населенных пунктов с населением свыше **80** тысяч человек,**38** потенциально-опасных объектов **43** автомобильных и **3** железнодорожных моста, около **240** км автомобильных дорог, **150** км линий электропередач.

Учитывая наличие рисков возникновения трансграничных чрезвычайных ситуаций на территории субъектов РФ Уральского ФО, в рамках международного сотрудничества, осуществляется приграничное взаимодействие *с территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан.*

В рамках выполнения *Плана мероприятий по реализации Программы межрегионального и приграничного сотрудничества между Российской Федерацией и Республикой Казахстан на 2012-2017 годы* проведены следующие мероприятия:

1. подписаны двухсторонние соглашения между территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и главными управлениями МЧС России по Курганской, Челябинской и Тюменской областям;
2. в рамках реализации вышеназванных соглашений утверждены руководством субъектов Российской Федерации и аккиматами областей Республики Казахстан соответствующие *Планы взаимодействия* между главными управлениями МЧС России по Курганской, Челябинской и Тюменской областям и территориальными органами по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных авариями, стихийными бедствиями и катастрофами на подведомственных территориях, предусматривающие организацию:

– информационного обмена в области защиты от чрезвычайных ситуаций,

– мониторинга и прогнозирования источников возможных чрезвычайных ситуаций и опасных явлений,

– согласование взаимодействия сил и средств при ликвидации возможных трансграничных ситуаций.

Разработан Банк данных о возможных чрезвычайных ситуациях на сопредельных территориях и приграничных водных объектах Республики Казахстан и Курганской, Челябинской и Тюменской областей.

Также разработаны и утверждены алгоритмы действий должностных лиц Сторон при получении информации о возникновении чрезвычайных ситуаций в приграничных районах, согласован порядок информационного обмена между оперативными дежурными сменами органов МЧС при угрозе или возникновении трансграничных ситуаций.

Определена группировка сил и средств, привлекаемых сторонами для реагирования на возможные и (или) возникшие трансграничные чрезвычайные ситуации, а также уточнены места перехода сил и средств через границу на сопредельную территорию.

В рамках реализации межправительственного соглашения, договоров между субъектами Российской Федерации и *аккиматами* Республики Казахстан в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций *ежегодно* проводятся следующие мероприятия.

В целях совершенствования вопросов взаимодействия сил и средств при тушении природных пожаров и подготовки к пропуску паводковых вод организовано ежегодное проведение совместных тренировок: ГУ МЧС по Челябинской, Курганской, Тюменской областей с Департаментами по ЧС пригранмчных областей Республике Казахстан.

19 февраля 2016 года проведена совместная тренировка Главного управления МЧС России по Челябинской области и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанной с весенним паводком»;

6 марта 2016 года проведена совместная тренировка Главного управления МЧС России по Курганской области и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанной с весенним паводком»;

12 марта 2016 года проведена совместная тренировка оперативных дежурных служб Главного управления МЧС России по Тюменской области и Департамента по ЧС Северо-Казахстанской области по теме: «Организация взаимодействия по

предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанных с весенним паводком «Коктэм 2016».

в апреле-июне 2016 года проведены штабные тренировки главных управлений МЧС России по Курганской, Челябинской областям и Департамента по ЧС Костанайской области по теме: «Организация взаимодействия по предупреждению и ликвидации последствий трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанных с крупномасштабными лесными и степными пожарами».

В рамках проведения командно-штабных учений были отработаны вопросы взаимодействия и информационного обмена оперативных групп, а также совместных действий пожарно-спасательных подразделений.

Территориальными органами МЧС России организован обмен мониторинговой космической информацией – космических снимков мест возможного подтопления, а также сведения об обнаружении термических точек природных пожаров на приграничной территории.

Кроме проведения совместных учений и тренировок территориальные органы МЧС России Уральского федерального округа непосредственно организовывают взаимодействие с органами управления по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан и при реагировании на чрезвычайные ситуации и происшествия.

В качестве положительных примеров двустороннего сотрудничества можно привести следующие:

– своевременное доведение от Департамента по чрезвычайным ситуациям Северо-Казахстанской области 8 марта 2016 штормового предупреждения и информации о закрытии движения через контрольно-пропускной пункт Усть –Уйское со стороны Казахстана, что позволило своевременно задействовать силы и средства МЧС России, Росавтодора, обеспечить оповещение водителей и не допустить возникновение затора;

– совместную работу оперативных дежурных служб ГУ МЧС России по Челябинской области и Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области при реагировании 9 июля 2016 на дорожно-транспортное происшествие с гибелью 7 человек.

Кроме того, в ходе реагирования на чрезвычайную ситуацию, связанную с дождевым паводком в южных районах Челябинской области, было обеспечено своевременное доведение экстренной информации по резкому повышению уровня воды в реках Карталы Аят, Тогузак до оперативных дежурных служб Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области.

В целом на нашем уровне повседневная и оперативная работа по взаимодействию с территориальными органами по чрезвычайным ситуациям организована и постоянно совершенствуется.

Болтыров В. Б., Стороженко Л. А.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург – 2020

УДК 502.7(075.8)

Болтыров В. Б., Стороженко Л. А.

Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности: учебное пособие / В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко; Уральский государственный горный университет – Екатеринбург: Изд – во УГГУ, 2020.

В учебном пособии рассмотрены техносферные опасности, особенности их воздействия на человека и окружающую среду; виды профессиональной деятельности выпускников по направлению 20.03.01 техносферная безопасность; квалификационные характеристики должностей, которые могут занимать выпускники вузов по данному направлению; обобщенные трудовые функции специалиста, место и роль субъекта труда в трудовом коллективе.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по профилю «Защита в чрезвычайных ситуациях» направления 20.03.01 Техносферная безопасность, а также может быть использовано студентами других профилей данного направления и специалистами, работающими в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
Глава 1. Техносфера и техносферные опасности 10
1.1. Техносфера 10
1.2. Техносферные опасности 17
1.2.1. Основные принципы ноксологии 18
1.2.2. Основные потоки современного мира 21
1.2.3. Пределы толерантности организма 25
1.2.4. Поле опасностей 30
1.2.5. Классификация опасностей 33
1.3. Техносферная безопасность 43
1.3.1. Система «человек – среда обитания» 43
1.3.2. Среда обитания человека в современном мире 51
1.3.3. Техногенное загрязнение окружающей среды 60
1.3.4. Аксиомы техносферной безопасности 70
1.4. Управление техносферной безопасностью 78
1.4.1. Объект и субъект безопасности 78
1.4.2. Принципы управления 80
1.4.3. Функции управления 81
1.4.4. Методы управления техносферной безопасностью 84
1.4.5. Структура системы обеспечения техносферной безопасности 85
1.4.6. Управление промышленной безопасностью 87
Вопросы для самопроверки: 89
Глава 2. Техносферная безопасность как образовательное направление подготовки специалистов. 91

2.1. Области, объекты и виды профессиональной деятельности бакалавров…… 91

2.2. Структура программы бакалавриата 95

2.3. Профили подготовки бакалавров по техносферной безопасности. 97

2.4. Профессиональные компетенции бакалавров по техносферной безопасности 103

Вопросы для самопроверки 111

Глава 3. Профессиональная деятельность бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» 113

3.1. Профессиональные стандарты. 113

3.2. Структура профессиональных стандартов 115

3.3. Должностные инструкции специалистов по Единым квалификационным справочникам 117

Вопросы для самопроверки 125

Глава 4. Трудоустройство выпускников на работу 127

4.1. Первый шаг для трудоустройства 127

4.2. Трудоустройство на работу 134

4.3. Трудовой кодекс 141

Вопросы для самопроверки 150

Заключение 151

Источники и литература, использованная при написании учебного пособия 152

Приложение 154

ВВЕДЕНИЕ

Научно – технический прогресс, сопровождающийся автоматизацией, роботизацией и цифровизацией производственных процессов, а также введение с 2016 г. профессиональных стандартов вызвали востребованность специалистов в области промышленной, пожарной и экологической безопасности, защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера, инженерной защиты окружающей среды, имеющих профессиональную подготовку бакалавров или магистров по направлению «Техносферная безопасность». Высшие учебные заведения Российской Федерации готовят таких специалистов согласно Приказу Минобрнауки РФ от 17 февраля 2011г. № 201по следующим профилям:

- Безопасность жизнедеятельности в техносфере;
- Безопасность технологических процессов и производств (по отраслям);
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов;
- Инженерная защита окружающей среды;

В Уральском государственном горном университете (УГГУ) подготовка бакалавров и магистров направления «Техносферная безопасность» ведется по профилям:

- Безопасность технологических процессов и производств (безопасность горного производства);
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Инженерная защита окружающей среды.

Введение

В учебном пособии «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» обобщен опыт преподавания дисциплины, читаемой на кафедре Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ с 2018 г. Учебное пособие разработано в соответствии с требованиями государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

Целью дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» является формирование у студентов первого курса представления о сфере профессиональной деятельности, ее месте и роли в общественном производстве, общих методах и направлениях обеспечения техносферной безопасности; ознакомление с особенностями университетского образования по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность и будущей профессиональной деятельности выпускников по данному направлению.

Для достижения указанной цели необходимо:

- дать студентам представление о специфике направления 20.03.01 Техносферная безопасность;
- сформировать понимание социальной значимости выбранной профессии;
- дать представление о компетенциях и компетентности, знаниях и навыках, необходимых для исполнения трудовых функций согласно профессиональным стандартам;
- сформировать у студентов целостный образ будущей профессии, навыки анализа и обобщения информации по техносферной безопасности.

В ходе освоения дисциплины студент готовится к выполнению следующих профессиональных задач в сфере организационно – управленческой деятельности:

- организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях;
- участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия;
- участие в организационно – технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;
- осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности;
- экспертная, надзорная и инспекционно – аудиторская деятельность;
- выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания;
- участие в проведении экспертизы безопасности, экологический экспертизы;
- определение зон повышенного техногенного риска.

Результатом освоения дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» является формирование у обучающихся следующих компетенций:

Компетенции	**Код по ФГОС**	**Результаты обучения**	
1	2	3	
Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды	ОПК – 4	Знать	характеристики техносферных опасностей природного и техногенного характера
		Уметь	оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения
		Владеть	навыками составления описания опасных природных и техногенных процессов и явлений

Компетенции	**Код по ФГОС**	**Результаты обучения**	
1	2	3	
Способность использовать знания организационных рисков безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях	ПК – 10	знать	способы и технику защиты человека и окружающей среды от воздействия негативных факторов
		уметь	применять средства индивидуальной и коллективной защиты
		владеть	навыками прогнозирования и оценки обстановки масштабов бедствий в зонах чрезвычайных ситуаций

В результате освоения дисциплины «Техносферная безопасность. Основы профессиональной деятельности» обучающийся должен:

Знать:	Характеристики техносферных опасностей природного и техногенного характера; способы и технику защиты человека и окружающей среды от негативных факторов среды обитания.
Уметь:	Оценивать параметры поражающих факторов и очагов поражения; применять средства индивидуальной и коллективной защиты.
Владеть:	Навыками составления описания опасных природных и техногенных процессов и явлений; прогнозирования и оценки обстановки масштабов бедствий в зонах чрезвычайных ситуаций.

Учебное пособие состоит из четырех глав.

В первой главе рассмотрены техносферные опасности, объекты и субъекты техносферной безопасности, методы управления техносферной безопасностью.

Во второй главе техносферная безопасность рассмотрена как направление подготовки специалистов, содержание ОПП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, профили подготовки,

учебные планы, базовые и вариативные (профильные) дисциплины образовательной программы, общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, которые должен освоить выпускник по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

В третьей главе рассмотрены виды профессиональной деятельности выпускников, квалификационные характеристики должностей, которые могут занимать выпускники вузов по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, обобщенные трудовые функции специалиста по техносферной безопасности.

В четвертой главе рассмотрены место и роль субъекта труда в трудовом коллективе, должностные обязанности специалиста, права и полномочия сотрудника, особенности трудовых отношений в коллективе и другие вопросы, отраженные в Трудовом кодексе Российской Федерации.

Для написания учебного пособия использованы авторские лекционные материалы, учебные пособия и учебники: «Опасные техноприродные процессы» (Болтыров В. Б., Стороженко Л. А., 2020), «Техносферная безопасность в современных условия» (Добротворская С. Г., Зефиров Т. Л., 2016), «Управление техносферной безопасностью» (Ефремов С. В., 2013), «Организация управления техносферной безопасностью» (Сердюк В. С. и др., 2016), «Ноксология» (Барышев и др., 2014), «Ноксология» (Угланова В. З., 2019), а также материалы научно – технических конференций по вопросам техносферной безопасности.

Глава 1

ТЕХНОСФЕРА И ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

1.1. ТЕХНОСФЕРА

Обычно **техносферу** рассматривают как часть биосферы, преобразованную человеком с помощью техники и технологий в результате **техногенеза.** Но техногенез, как результат воздействия хозяйственной деятельности человека на природные среды, охватывает не только биосферу, но и другие геосферы Земли (атмо–, гидро– и литосферу, космос). Значит, будет точнее техносферу рассматривать, по Э. Ф. Емлину, как своеобразную оболочку планеты, включающую те части геосфер, которые связаны потоками вещества, энергии и информации со всеми техническими системами, созданными человеком [4].

Из этого определения следует, что **техносфера** – это не только сама техника, дороги, здания и сооружения, городская и промышленная застройка, но и все, что было создано человеком при помощи техники и появилось вследствие использования техники – например, лесные вырубки, разрезы для добычи полезных ископаемых, отвалы пустой породы и многое, многое другое. Под **техникой** понимаются любые предметы, которыми оперирует человек в процессе своей деятельности, в том числе даже самые примитивные орудия труда: палки, топоры, лопаты и т.д. Это позволяет говорить о том, что техносфера возникла в далеком, по человеческим меркам, историческом прошлом. Но для биосферы, эволюционировавшей миллиарды лет, техносфера является новшеством, развитие которого носит взрывной, лавинообразный характер. Развитие техносферы было скачкообразным – кроме неолитической «биотехнической революции», также известен ряд

последующих «цивилизованных революций», после которых развитие техносферы резко ускорилось. В табл.1 приведены выделенные Н. Ф. Реймерсом ключевые переходные моменты в истории развития человечества и техносферы [5].

Таблица 1. Этапы развития техносферы

Начало этапа	**Переходный момент**	**Содержание этапа**
60 лет назад	Научно – техническая революция	Переход к использованию атомной энергии и других открытий и изобретений. Возникновение новой производительной силы – научно технического знания
160 лет назад	Промышленная революция	Переход к массовому промышленному производству предметов потреблений. Возникновение мировой индустрии
7 тыс. лет назад	Урбанистическая революция	Переход к строительству городов. Возникновение и развитие государств
10 тыс. лет назад	Биотехническая революция	Переход к сельскому хозяйству. Возникновение техносферы

Каждый новый этап эволюции техносферы позволял добывать дополнительные материальные и энергетические ресурсы и тем самым поддерживал увеличение населения, удовлетворяя его растущие потребности. Технический прогресс применительно к материальному производству давал возможность увеличивать количество продукции, произведённой на единицу затрат энергии, а рост энергетического потенциала техносферы намного повышал материальное обеспечение человека, даже при высоких темпах прироста численности людей.

Истории развития искусственной среды обитания показывает, что техносфера возникла и формировалась не только при отсутствии у человечества необходимых экологических знаний, но и без должного осмысления процессов, происходящих в природе, обществе и сознании человека под действием технического прогресса, а также без всестороннего анализа безопасности создаваемой техники. Впервые учёные задумались над феноменом техники только в конце XIX века, когда техносфера практически уже приняла современный вид.

Подходы к пониманию механизмов воздействия техносферы на окружающую среду и принципов обеспечения техносферной безопасности были сформулированы только во второй половине XX века, после того, как человечество получило множество горьких уроков в виде экологических катастроф, эпидемий и техногенных аварий, вызвавших загрязнение окружающей среды токсичными и радиоактивными веществами, появление новых заболеваний, разрушение экосистем и гибель большого числа людей вследствие пожаров, взрывов, аварий на транспорте, выбросов промышленных ядов и воздействия высокоэнергетических излучений.

Несмотря на достигнутый высокий уровень развития науки и техники, построенная руками человека техносфера в настоящее время породила такую проблему, с которой люди никогда раньше не сталкивались. Созданная человеком искусственная среда обитания оказалась несовместима с естественной средой – биосферой ни по вектору эволюционного развития, ни по принципам построения, ни по характеру протекающих в ней процессов.

Когда же, по В. И. Вернадскому, «Человечество, взятое в целом, ставится мощной геологической силой» [3], то есть начинает оказывать значительное воздействие на планетарные потоки вещества и энергии, хозяйственная деятельность людей в рамках техносферы нарушает баланс физических и химических факторов, сложившийся на Земле в течение почти 4 млрд. лет эволюции биосферы. Поэтому научно – технический прогресс, ставший главным вектором развития человечества и его плоды, растиражированные в планетарном масштабе, привели к глобальному экологическому кризису.

В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды. Уже ни у кого не возникнет сомнений, что экологический кризис ведет не только к ухудшению качества природной среды, но и ухудшению качества самого человека через распад его генома (совокупности генов,

содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма). Отсюда настоятельная необходимость рассматривать экологическую безопасность, т. е. состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства, а также природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее, в качестве приоритетного направления системы национальной безопасности.

Для подтверждения этого тезиса достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост «парникового эффекта», появление «дыр» в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т.д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно–коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирования АЭС и предприятий, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;

- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно–промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складирование оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением с ядерными боеголовками и т.п.;
- эколого–социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико–экологическом и культурно–этническом аспектах.

Даже этот далеко не полный перечень экологических проблем, стоящих перед человечеством, показывает, что дальнейшее пренебрежение мерами экологической безопасности может уже в обозримом будущем поставить под сомнение сохранение человечества как вида.

Таким образом, **техносфера** выступает как материальное слагаемое истории человечества. С экологической точки зрения это последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в природу Земли вещества, энергию и процессы, которые, в конечном счете, изменяют и нарушают равновесное функционирование биосферы и замкнутость биотического круговорота.

Однако называть техносферу частью биосферы можно только в ограниченном смысле. Действительно, техносферу создал человек – порождение биосферы. Человек взял под контроль и, по существу, включил в состав техносферы несколько сотен видов растений и животных. Однако значительная часть современной техносферы – это совершенно новое надприродное образование, генетически не связанное с законами биосферы. В целом техносфера – грандиозный артефакт.

Л. Г. Бондарев подразделяет техносферу на несколько подсистем – субсфер:

- субсфера «А» (артефакты) – все продукты и производные человеческого труда;
- субсфера «Т–1» – все виды топлива;
- субфера «Т–2» (технолиты) – элементы техногенного рельефа: карьеры, шахты, каналы, насыпи, платины и т.п.;
- субсфера «П» – пища, в том числе непосредственно контролируемые и используемые человеком растения и животные;
- субсфера «О» – отходы [1,2].

Кроме такого деление в веществе техносферы ,по Л. Г. Бондареву, можно выделить **техническое вещество** – активно функционирующую часть средств производства, т. е. совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов и т.п. А всю остальную, неактивную массу техносферы – здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов производства и потребления, техногенные эмиссии и т.д. – можно обозначить как **техногенное вещество**. Масса техногенного вещества к настоящему времени достигла колоссальной величины – $8.5 * 10^{12}$ т, что почти в 1.5 раза больше массы биоты биосферы.

Хотя техносфера, несомненно, планетарное явление, техномасса распределена крайне неравномерно. Почти 90 % ее сосредоточено в районах селитебного и горно – промышленного освоения, занимающих более 7 млн. км^2 (5% площади суши).Однако техногенными влияниями – эмиссиями и потоками веществ, энергии и информации – охвачено практически все пространство планеты.

Таким образом, создание техносферы – длительный процесс, обусловленный эволюционным развитием человечества и среды его обитания.

За время существования человечество радикально увеличило свою численность, доведя её почти до 8 млрд. чел. Как следствие средняя

плотность населения за последние несколько столетий также возросла многократно. Одновременно с ростом численности населения Земли начиная с XVI в. происходил еще один важный процесс – урбанизация – переселение людей из сельской местности в города в результате их широкого привлечения к промышленноу производству.

В XX в. на фоне демографического взрыва и урбанизации населения существенно возросло потребление продукции биоты и пресной воды, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком регионы биосферы, превратившись в города, промышленные зоны, территорий АЭС, ТЭС и ГЭС, свалки, отвалы и т.п.

Постоянно увеличивающееся энергетическое и промышленное производство, развитие техники, военной индустрии (особенно после Второй мировой войны), сельскохозяйственного комплекса весьма негативно сказывались на качестве среды обитания. Появление ядерных объектов, рост производства химических веществ, строительство крупномасштабных технических сооружений сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на людей, среду обитания и экосистемы.

Практически вплоть до второй половины XXв. человечество не замечало или игнорировало негативное воздействие хозяйственной деятельности человека и техносферы на природу. В итоге атмосфера, гидросфера, литосфера и земля в городах и прилегающих к ним зонам оказались чрезмерно загрязненными и малопригодными к обитанию.

С конца XX – начала XXI в. формируется информационное общество, для которого характерны все опасности предыдущего этапа развития с усилением техногенных опасностей, связанных с эксплуатацией вычислительной и информационной техники, повышенным влиянием электромагнитных полей и излучений.

В результате созданная руками человека техносфера стала основным источником опасностей на Земле. Опыт XX и начала XXI веков во многом свидетельствует о том, что создание качественной техносферы возможно

лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и здоровью человека.

1.2. ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

Под **техносферными опасностями** понимается вся совокупность техногенных, антропогенных и природных опасностей, разрушающих техносферу.

Техногенные опасности создаются элементами техносферы – машины, сооружения, техногенное вещество и т.п., а также создаются наличием отходов, потоков механической, тепловой, электромагнитной энергии и т.п. Количественные и качественные показатели отходов и потоков вещества, энергии и информации, а также регламент обращения с ними определяют уровни и зоны возникающих при этом опасностей.

В зоне действия технических систем (транспортные магистрали, зоны излучения радио– и телепередающих систем, промышленные зоны) уровни опасного воздействия определяются характеристиками технических систем и длительностью пребывания человека в опасной зоне.

В процессе трудовой деятельности техногенные опасности возникают в виде опасных и вредных производственных факторов.

Антропогенные, социальные опасности – это действия одних классов, групп, слоев, личностей, направленные преднамеренно или бессознательно на уничтожение или ущемление интересов других людей. По природе, сфере и характеру возникновения социальные опасности бывают: военные, социально – политические, социально – экономические, социально – бытовые, социально – криминальные, этнические (межнациональные).

Природные опасности возникают в результатах развития естественных процессов под влиянием природных факторов – геологических,

гидрооптических, метеорологических, когда они по силе, масштабу распространения и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей и объекты экономики.

В последнее время появилась специальная наука об опасностях материального мира – **ноксология,** которая изучает происхождения и совокупное действие опасностей, описывает опасные зоны и показатели, их влияния на материальный мир, оценивает ущерб, наносимый человеку и природе опасностями, а также рассматривает принципы минимизации опасностей в источниках защиты от них в пределах опасных зон.

1.2.1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОКСОЛОГИИ

По современным представлениям научные знания в **ноксологии** опираются на следующие основные принципы.

1–й принцип – принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу гласит: человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям.

На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вполне вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе.

2–й принцип – принцип антропоцентризма гласит: человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.

Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т. п.

3–й принцип – принцип природоцентризма гласит: природа – лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение – необходимое условие существования жизни на земле.

Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей учения ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах.

Деятельность по реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; с разработкой и применением экобиозащитных средств; с контролем качества их эксплуатации; с мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы.

В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т. п. в ноксологии имеют прикладное значение, поскольку они различаются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск.

4–й принцип – принцип возможности создания качественной техносферы гласит: создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу.

5–й принцип – принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства гласит: безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер.

При защите от естественных опасностей воздействие на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования источника опасностей (человека, его знаний об опасностях).

6–й принцип – принцип отрицания абсолютной безопасности гласит: абсолютная безопасность человека и целостность природы – недостижимы.

Этот принцип справедлив, поскольку, во–первых, на Земле всегда существуют естественные опасности и процессы потребления ресурсов и захоронения отходов; во–вторых, неизбежны социальные опасности; в–третьих, практически неустранимы полностью и техногенные опасности. Отметим, что во второй половине XX столетия в СССР были предприняты попытки нарушить этот принцип. Среди значительной части ученых и практиков в области безопасности труда и промышленной безопасности тогда возобладал лозунг: «От техники безопасности к безопасной технике», суть которого сводила решение всех проблем безопасности труда к созданию абсолютно надежных техники и технологий. Неправомерность такого подхода очевидна, поскольку:

- абсолютно безопасной техники не существует; любая техническая система обладает определенной надежностью и ее безопасность оценивается показателями техногенного риска;
- техногенный риск полностью устранить нельзя, его можно лишь минимизировать;
- на любой технический объект всегда оказывается внешнее воздействие, способное в отдельных случаях нарушить его работу;
- в работе большинства технических систем принимает участие оператор, обладающий способностью принимать иногда ошибочные решения.

Что касается антропогенных опасностей, то их также можно лишь минимизировать. По мнению С. К. Шойгу: «...более 50 % техногенных аварий происходит по причине так называемого человеческого фактора. В

авиации – вообще 80 % и лишь 20 % – это отказ техники, некачественное топливо и метеоусловия»(АиФ, 2005, № 51, с.6).

7–й принцип гласит: рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей. Этот принцип во многом соответствует принципу Ле–Шателье: «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности».

Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

1.2.2 ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Понятие «**безопасность объекта защиты**» – состояние объекта защиты, при котором воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых значений.

Понятие «Защита от опасностей» – способы и метод снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализует снижением негативного влияния источников опасности (сокращением значения риска и размеров опасных зон); выведением объекта из опасной зоны; применение экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

Опасность – центральное понятие в ноксологии – интуитивно понимается всеми, но для достижения состояния безопасности объекта защиты необходимо владеть комплексом логических представлений о ней:

- прежде всего, следует понять, что опасности появились одновременно с возникновением материи и будут существовать вечно;
- опасности как таковые представляют собой недопустимые для восприятия материальным объектом потоки вещества, энергии и информации.

В принципе обмен потоками в материальном мире – это естественный процесс существования материи. Закон сохранения жизни, сформулированный Ю. Н. Куражсковским, гласит: "Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации". Наличие таких потоков характерно и обязательно для существования материи.

Основные потоки современного мира представляются в следующем виде:

Потоки в природной среде:

1. солнечное излучение, излучение звезд и планет;
2. космические лучи, пыль, астероиды;
3. электрическое и магнитное поля Земли;
4. круговороты веществ в биосфере в экосистемах, в биогеоценозах;
5. потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе и со стихийными;
6. другие.

Потоки в техносфере:

7. потоки сырья, энергии;
8. потоки продукции отраслей экономики;
9. отходы экономики;
10. информационные потоки;
11. транспортные потоки;
12. световые потоки (искусственное освещение);

13. потоки при техногенных авариях;
14. другие.

Потоки в социальной среде:

15. информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т.п.);
16. людские потоки (миграции, демографические процессы);
17. другие.

Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:

18. потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (в том числе алкоголь, табак, наркотики и т.п.);
19. потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.);
20. информационные потоки;
21. отходы процесса жизнедеятельности;
22. другие.

При оценке влияния потоков необходимо знать следующее:

- в ряде случаев потоки, столь необходимые для существования жизни, могут превысить допустимые для воспринимающего их элемента материи уровни и тем самым вызвать в нем необратимые процессы (разрушение, гибель и т.п.). Такие ситуации опасны. Поэтому если потоки не приносят ущерба воспринимающей их материи, то идет естественный процесс и такие потоки принято называть **допустимыми**. Если потоки наносят ущерб, то их называют **недопустимыми или опасными**;
- максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, называют **предельно допустимыми**. Общепринято широкое использование таких понятий, как: ПДК – предельно допустимая концентрация веществ; ПДУ – предельно допустимые

уровни энергетического воздействия; ПДВ – предельно допустимые выбросы в атмосферу и т.д.;

- возникновение опасной ситуации при наличии потоков от источника опасности определяется не только величиной потока, но и свойствами объекта защиты, его способностью воспринимать и переносить воздействующие потоки;
- опасности реализуются лишь при взаимодействии источника опасности, генерирующего поток воздействия и элемента материи (объекта защиты), воспринимающего этот поток. Опасности проявляют себя только во взаимодействии систем "**источник опасности – объект защиты**". Отсутствие одной из названных систем теоретически вообще исключает вопрос о защите от опасностей.

Таким образом, ***для возникновения и реализации опасности необходимо соблюдение следующих условий:***

- наличие совокупности систем "источник воздействия – объект защиты" и их совпадение по месту и по времени пребывания в жизненном пространстве;
- наличие источника опасности, способного создавать значимые потоки вещества, энергии или информации;
- наличие у защищаемого объекта ограничений по величине воздействия потоков.

Проиллюстрируем сказанное на примере ионизирующего изучения.

Радиация, проникающая из мест её генерирования в жилые районы или районы, прямо не связанные с производством и использованием ядерной энергии, не должна превышать 0,5 бэр в год на одного человека. В районах распространения радиоактивных минералов доза фонового облучения, получаемого человеком, может превышать 2 бэр в год. Если человек подвергался кратковременному облучению величиной примерно 20 бэр, последствия облучения сразу не сказываются на организме. Значительные

изменения в кроветворной системе наступают при дозе облучения свыше 150–200 бэр. Доза кратковременного облучения, превышающая 1000 бэр, обычно смертельна. Небольшие дозы, получаемые в течение многих месяцев или лет, переносятся организмом лучше [табл.2].

Таблица 2. Дозы облучения человека

Причина или следствие облучения	**Доза**
Просмотр одного хоккейного матча по телевизору	1 мкбэр
Ежедневный 3–часовой просмотр телевизионных передач в течение года	0,5 мбэр
Перелет самолетом на расстояние 2 400 км	1 мбэр
Доза облучения, получаемая в течение года, свыше которой возможны генетические отклонения	7 – 5 мбэр
Начальные изменения состава крови при длительном ежедневном облучении	20 –50 мбэр
Фоновое излучение, получаемое человеком в течение года (или 0,011 мбэр/ч)	100 мбэр
Образование опухолей при длительном ежедневном облучении	110 мбэр
Доза облучения, получаемая при флюорографии	370 мбэр
Доза облучения, получаемая при рентгенографии зубов	3 бэр
Разовое аварийное облучение населения вблизи АЭС (не наблюдается изменений в органах и тканях человека)	10 бэр
Разовое допустимое облучение персонала АЭС	25 бэр
Местное облучение при рентгеноскопии желудка	30 бэр
Разовое облучение, при котором наблюдаются кратковременные незначительные изменения состава крови	75 бэр
Нижний уровень легкой (I) степени лучевой болезни	100 бэр
Нижний уровень развития лучевой болезни средней тяжести (II степени)	200 бэр
Тяжелая (III) степень лучевой болезни (летальный исход без специального лечения)	400 бэр
Крайне тяжелая (IV) степень лучевой болезни (летальная доза)	600 бэр
Мгновенная смерть (так называемая гибель «под ключом»	20 000 бэр

1.2.3 ПРЕДЕЛЫ ТОЛЕРАНТНОСТИ ОРГАНИЗМА

Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Американский зоолог В. Шелфорд в начале XX в. сформулировал закон толерантности: «Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору».

Зона оптимума с точкой комфорта (точка максимума жизненного потенциала) и **зоны допустимых значений** фактора воздействия являются областью нормальной жизнедеятельности, а зоны с большими отклонениями фактора от оптимума называются зонами угнетения. **Пределы толерантности** по фактору воздействия совпадают со значениями минимума и максимума фактора, за пределами которых существование организма невозможно (это – зона гибели).

Проиллюстрируем сказанное. В естественных условиях на поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от –88 до +60°С, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к 37°С. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, – +43, минимальная – +25°С.

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах нам холодно, при высоких – жарко. При температуре воздуха 30° работоспособность человека значительно падает.

Установлено, что у человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая, средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата. Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура летом составляет 23–25°С, зимой – 22–24°С; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом – 18–20°С, зимой 16–18°С.

Отклонения температуры среды от комфортных значений на ± 2–5°С считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияние на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшие отклонения температуры окружающего воздуха от допустимых значений сопровождаются тяжелыми воздействиями на организм человека и

ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности и др.).

При еще больших отклонениях температур окружающего воздуха от допустимых значений возможен перегрев (гипертермия) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых или холодовых травм.

Необходимо отметить, что классическая кривая Шелфорда имеет отношение только к природным факторам воздействия (в нашем примере это температура окружающей среды). Факторы, полностью чуждые организму, могут иметь зону комфортности вблизи нуля интенсивности и только один максимальный предел воздействия. Это хорошо иллюстрирует процесс влияния акустических колебаний на организм человека. Реальные уровни звука в местах возможного пребывания человека могут изменяться в весьма широких пределах от 0 до 160 дБА и сопровождаются широкой гаммой ответных реакций организма человека.

При уровнях звука до 20 дБА человек чувствует себя комфортно, не реагируя негативно на наличие звуков в окружающей его среде; уровни звука до 50 дБА не влияют на здоровье человека, занимающегося интеллектуальной деятельностью, а у людей, связанных с физическим трудом, верхняя граница может быть расширена до 80 дБА. Эти значения уровня звука соответствуют предельно допустимым условиям воздействия звука на человека в процессе его деятельности.

Дальнейший рост уровня звука свыше 80 дБА при длительных его экспозициях (до нескольких лет) может приводить к тугоухости, при этом с дальнейшим увеличением уровня звука вероятность возникновения тугоухости растет, а при уровнях звука 140 дБА и выше возможно травмирование человека из–за разрыва барабанных перепонок или контузии. При уровнях 160 дБА может наступить смерть человека.

Из рассмотренного примера следует, что, изменяя потоки в среде обитания, можно получить ряд характерных видов воздействия потоков на человека, а именно:

- **комфортное (оптимальное**), когда потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, максимальной продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;
- **допустимое,** когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого воздействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;
- **опасное**, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и (или) приводят к деградации среды обитания;
- **чрезвычайно опасное**, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания. Гибель организма происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые системы.

На основании вышеизложенного можно сформулировать аксиому о воздействии среды обитания на человека: «**воздействие среды обитания на человека может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков веществ, энергий и информаций».**

Из четырех характерных видов воздействия среды обитания на человека первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) являются недопустимыми для процессов жизнедеятельности человека.

При анализе процесса воздействия опасностей следует учитывать аксиому об одновременном воздействии опасностей и наличие совокупного воздействия опасностей на объект защиты.

Аксиома об одновременном воздействии опасностей: потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящихся в зоне их влияния.

Из этой аксиомы следует, например, что вибрация любого здания одновременно воздействует на людей, строительные материалы и конструкции, на коммуникации и устройства, находящиеся в нем. Результат воздействии вибрации одной интенсивности на все находящиеся в здании объекты может быть различным (опасным или неопасным) и полностью определяется способностью объекта защиты (человек, материалы, коммуникации и т.п.) к восприятию возникшей в этом здании вибрации.

При оценке воздействия опасностей на объект защиты необходимо также учитывать, что любой объект воспринимает одновременно все потоки вещества, энергии и информации, поступающие в зону его пребывания в соответствии с аксиомой о совокупном воздействии опасностей: «**На любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания».**

Для современного состояния совокупности системы "человек – техносфера" характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека:

- **ситуация – длительное (повседневное) воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах**. Сюда относятся ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также действия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные осадки, повышение радиоактивного фона атмосферы);
- **ситуация – кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных (максимум – в региональных) зонах**. Сюда относятся чрезвычайные ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

1.2.4 ПОЛЕ ОПАСНОСТЕЙ

Современный мир опасностей (**ноксосфера**) обширен и весьма значителен. Как правило, в производственных, городских или бытовых условиях на человека воздействует одновременно несколько негативных факторов. Комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. Совокупность источников образует около защищаемого объекта так называемое **поле опасностей**.

Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Считается, что основное влияние на объект защиты (человека) оказывают факторы первого круга. Факторы второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (здания и сооружения, промышленные территории и т.п.). Опасности третьего круга оказывают всеобщее влияние на население регионов и крупных городов, континентов и все население Земли. Опасности второго и

третьего круга опосредовано могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей. Характерное строение причинно–следственного ноля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис 1.

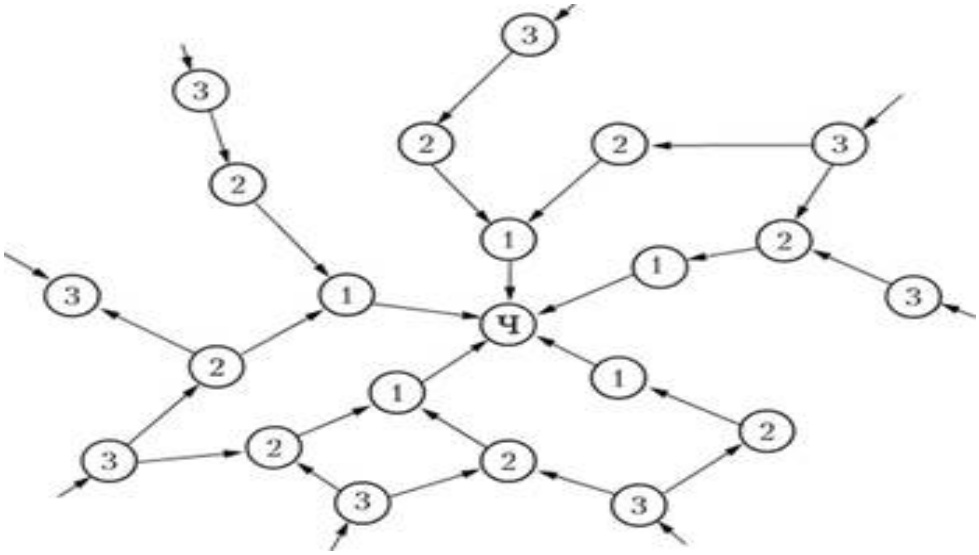


Рис. 1. Схематическое изображение причинно – следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

В состав **первого круга опасностей** (1), непосредственно действующих на человека, входят:

- опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;
- опасности, возникающие из–за отсутствия нормативных условий деятельности, – по освещенности, по содержанию вредных примесей, по электромагнитному и радиационному излучениям и т.п.;
- опасности, возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при реализации технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и за счет ее нерегламентированного использования операторами технических систем и населением в быту;

- чрезвычайные опасности, возникающие при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики;
- опасности, возникающие из–за недостаточной подготовки работающих и населения по безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения **опасностей второго круга** (2) , характерных для урбанизированных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением отходов производства и быта; чрезвычайными ситуациями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики; недостаточным вниманием руководителей производства к вопросам безопасности проведения работ и т.п. Это создает условия для неправильной организации рабочих мест, нарушения условий труда, загрязнения воды, продуктов питания и т.п.

Опасности третьего круга (3) – опасности межрегионального и глобального влияния – не всегда выражены достаточно четко. Однако некоторый их перечень может быть сформулирован. К ним, прежде всего, следует отнести отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий и сооружений; отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли экономики или всей страны; недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Разделение ноксосферы на отдельные круги опасностей является достаточно условным, но весьма важным при анализе причин негативного влияния опасностей на людей. Нужно руководствоваться следующим: пренебрежение требованиями безопасности в первом круге опасностей сопровождается, как правило, травмами, отравлениями или заболеваниями человека или небольших групп людей; пренебрежение требованиями безопасности во втором круге опасностей, как правило, отдаляет по времени

негативные последствия, но увеличивает масштабы их воздействия на людей (массовые отравления при загрязнении биоресурсов отходами, гибель людей в шахтах, при обрушении строительных конструкций и т.п.). Действие источников опасностей третьего круга обычно широкомасштабно. Так, например, применение этилированного бензина в двигателях внутреннего сгорания , санкционированное государством, губительно для населения крупных городов; принятие решения о переработке в России радиоактивных отходов, ввозимых из–за рубежа, таит опасность радиоактивного воздействия на население многих регионов нашей страны и т.д.

В настоящее время комплексная оценка реальных ситуаций с использованием модельных представлений о причинно–следственном поле опасностей, действующих на промышленном предприятии, в техносферном регионе и т.п., проводится редко из–за отсутствия теоретических и практических разработок в этой области. Это задача ближайшего будущего, входящая в комплекс научных исследований в области обеспечения техносферной безопасности.

1.2.5 КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ

Качественную **классификацию опасностей** целесообразно вести по двухуровневой схеме, сведя в первую группу **(I уровень) классификации свойства опасностей**, а именно:

происхождение опасности;

- физическая природа потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) потока;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу **(II уровень) классификации опасностей** целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на **естественные и антропогенные**, полагая при этом, что естественные опасности обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать антропогенными, поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.п.), генерируя тем самым в среде обитания многочисленные опасности. При этом под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу – группу техногенных опасностей.

Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или

пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машин и механизмов, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук, вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на естественные, антропогенные и техногенные, при этом считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – рукотворны. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще три группы опасностей: естественно– техногенные, природно-техногенные и антропогенно–техногенные.

К **естественно–техногенным опасностям** следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К **антропогенно–техногенным опасностям** относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине

водителей, пожары и взрывы из–за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

К **техноприродным опасностям** относятся те, которые инициируются хозяйственной деятельностью человека в процессе техногенеза (горнодобывающая промышленность, интенсивное земледелие с применением пестицидов, нефтегазодобыча и др.)

Как уже было сказано выше, все жизненные потоки по их физической природе (вид потока) делятся на массовые, энергетические и информационные, следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как массовые, энергетические и информационные.

Массовые опасности возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ. Эти опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м3, мг/л, мг/кг.

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных нолей (акустических, магнитных, электрических и т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

Информационные опасности возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем), избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности по интенсивности воздействия разделяют на опасные и чрезвычайно опасные.

Опасные потоки обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация i–го газа в атмосферном воздухе составляет < 10 ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают **чрезвычайно опасной.** Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По длительности воздействия опасности классифицируют на постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные. **Постоянные** (действуют в течение рабочего дня, суток) **опасности**, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне.

Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т.п**. Импульсное или кратковременное воздействие опасности** характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например, при запуске ракет. Многие стихийные явления, например гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

По виду зоны воздействия (по месту воздействия) опасности делят на производственные, бытовые и городские, а также на зоны ЧС.

По размерам зоны воздействия опасности классифицируют на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные.

Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения, а такие воздействия, как

потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межнациональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного из государств, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты опасности разделяют на потенциальные, реальные и реализованные.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях "шум вреден для человека", "углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны" говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что жизнедеятельность человека потенциально опасна. Оно предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего, технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать опасности. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводит к возникновению новых негативных факторов.

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью "огнеопасно" представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

В результате возникновения ЧП на объектах экономики, в регионах и на иных территориях могут возникать **чрезвычайные ситуации (ЧС) –** состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для групп людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Во вторую группу **(II уровень) классификация опасностей** сведены **признаки, связанные со свойствами объекта защиты**.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. Все опасности по способности объекта защиты выявлять их органами чувств можно классифицировать на **различаемые и неразличаемые**.

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято делить на **вредные (угнетающие) и травмоопасные (разрушающие) факторы.**

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмирующий (травмоопасный) фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято выделять **индивидуальные, групповые и массовые**.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства и воздействие на объект защиты приведена в таблице 3.

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить **"паспорт" опасности,** например:

- транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум – это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;
- акустическое воздействие взрыва, орудийного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного (импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности можно представить и в табличной форме (табл. 4).

Таблица 3. Классификация опасностей

Признаки классификации опасностей	**Вид (класс)**
Первая группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно–техногенные Антропогенные Антропогенно–техногенные Техногенные Технопродные
По физической природе	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потока	Опасные Чрезвычайно опасные
По длительности воздействия	Постоянные Переменные, периодические Импульсивные, кратковременные
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
Вторая группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Не различаемые
По виду негативного воздействия	Вредные Травмоопасные
По масштабу воздействия (по численности лиц, подверженных воздействия опасности)	Индивидуальные Групповые Массовые

Таблица 4. Паспорт опасности грозового разряда в атмосфере

Признак	**Вид деятельности**
Происхождение	Естественное
Физическая природа потока	Энергетическая
Интенсивность потока	Чрезвычайно опасная
Длительность воздействия	Кратковременная
Зона воздействия	Городская и природная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности процесса воздействия	Реальна при угрозе и реализованная попаданием молнии в объект защиты
Степень идентификации опасности человеком	Различимая
Вид негативного воздействия	Травмоопасная
Масштаб воздействия	Индивидуальный, редко групповой

Паспорт опасности необходим для правильной оценки негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устроения локализации воздействия опасности.

Согласно стандартам МЧС ЧС классифицируются в зависимости от числа пострадавших, числа людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, а также от границ зон распространения поражающих факторов. Ранее (Постановление Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1094) выделялись локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные ЧС. В настоящее время принята другая классификация ЧС, учитывающая новую номенклатуру административных единиц (Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304).

Таблица 5. Классификация ЧС по масштабам проявления

Характер ЧС	**Количество пострадавших чел., либо ущерб. руб.**		**Граница зоны ЧС**
Локального характера	Не более 10	Не более 100 тыс.	Не выходит за пределы территории объекта
Муниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения
Межмуниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн.	Затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию
Регионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500 млн.	Не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации
Межрегионального характера	Свыше 50, не более 500	Свыше 5 млн., не более 500	Затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации
Федерального характера	Свыше 500	Свыше 500 млн.	

За 2009 – 2016 годы в РФ произошло 2673 чрезвычайных ситуации, из которых 1400 – ЧС локального характера, 952 ЧС – муниципального, 123 – межмуниципального, 165 – регионального, 8 – межрегионального, и 11 – ЧС федерального характера.

Из всех ЧС более 88 % составляют ЧС локального и муниципального характера.

Из 2673 ЧС рассматриваемого периода в Российской Федерации 1565 – техногенные ЧС, 727 – природные, и 348 ЧС – биолого – социальные. Более половины (59%) произошедших ЧС – техногенного характера, менее трети («27%») – природные чрезвычайные ситуации.

За рассматриваемый период в Российской Федерации в ЧС погибло 5712 человек, из них в техногенных ЧС – 5068 человек, в природных ЧС – 304 человека и в биолого–социальных ЧС – 148 человек (92 погибших не отнесены ни к одной из этих категорий). Значительная часть (88.7 %) погибла в результате техногенных ЧС, доля погибших в природных ЧС составила 5.3 %, а в биолого–социальных ЧС – 2.6%.

Число пострадавших от ЧС в Российской Федерации за рассматриваемый период: всего 614801 человек, из них в техногенных ЧС – 37220, в природных ЧС – 574261, в биолого–социальных ЧС – 2333 (987 пострадавших не отнесены ни к одной из вышеуказанных категорий).

1.3. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1.3.1 СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК – СРЕДА ОБИТАНИЯ»

Человек живет и действует в окружении той или оной среды, вместе они образуют непрерывно функционирующую систему «человек – среда обитания». **Среда обитания** – это окружение человека, характеризующееся в конкретный момент времени совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных, информационных). Эти факторы

способны оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека и окружающую среду.

Действуя в **системе «человек – среда обитания»**, человек непрерывно решает основные задачи по удовлетворению своих потребностей. Американский психолог Абрахам Маслоу, изучая теорию иерархии потребностей, распределил потребности человека по мере убывания их важности. Он объяснял такое построение тем, что человек не может испытывать потребности высокого уровня, пока нуждается в более примитивных вещах. В основании – физиология (утоление голода, жажды, потребности в жилье и т. п.). Ступенью выше разместилась потребность в безопасности, над ней – потребность в привязанности и общении, а также в принадлежности какой–либо социальной группе. Следующая ступень – потребность в уважении и одобрении, над которой Маслоу поставил познавательные потребности (жажда знаний, желание воспринимать как можно больше информации). Далее следует потребность в эстетике (жажда гармонизировать жизнь, наполнить её красотой, искусством). И наконец, последняя ступень пирамиды, наивысшая, – стремление к раскрытию внутреннего потенциала (она и есть самоактуализация). Важно заметить, что каждая из потребностей не обязательно должна быть утолена полностью – достаточно частичного насыщения для перехода на следующую ступень.

Формы, в которых проявляются потребности, могут быть разными, здесь нет единого стандарта. У каждого из нас свои мотивации и способности. Поэтому, например, потребность в уважении и признании у разных людей может проявляться неодинаково: одному необходимо стать выдающимся политиком и завоевать одобрение большинства своих сограждан, а другому вполне достаточно, чтобы собственные дети признавали его авторитет. Такой же широчайший диапазон в рамках одной и той же потребности можно наблюдать на любой ступени пирамиды, даже на первой физиологические потребности (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма иерархии человеческих потребностей по Маслоу

Ступени (снизу вверх):

1. Физиологические;
2. Безопасность;
3. Любовь/Принадлежность к чему–либо;
4. Уважение;
5. Познание;
6. Эстетические;
7. Самоактуализация.

Причём последние три уровня: «познание», «эстетические» и «самоактуализация» в общем случае называют «Потребностью в самовыражении» (Потребность в личностном росте).

Из иерархии потребностей следует что, потребность в безопасности – это одна из первичных, наиважнейших потребностей человека, где бы он ни был, что бы он ни делал, в какой среде бы он ни находился. Человек вынужден создавать и использовать системы защиты от негативных воздействий, как со стороны среды обитания, так и со стороны себе подобных. Эту задачу решает **«Техногенная безопасность» – наука о безопасности и комфортном взаимодействии человека со своей средой обитания, которой может являться производственная, городская, бытовая или природная среда.**

Производственная среда наиболее опасна, так как для реализации любого производственного процесса необходимо использование мощных источников энергии и разнообразных химических веществ, что несет в себе угрозу потенциального негативного воздействия. Прогресс в сфере промышленного производства и создание новой техники в период технического прогресса научно–технической революции сопровождался и сопровождается в настоящее время ростом энерговооруженности рабочих мест и синтезом новых химических соединений, что расширило список и усилило действие опасных и вредных факторов производственной среды.

Производственная среда – это среда, где человек осуществляет свою трудовую деятельность (предметы труда, орудия труда, продукты труда, условия труда). В более широком понимании это и организация производства с различными элементами управления, среди которых одним из ведущих является совершенствование охраны труда, в том числе с использованием экономических стимулов.

В современной России в некомфортных условиях производственной деятельности трудится около 18 % работающих.

Работающее население страдает профессиональными заболеваниями, которые распределяются следующим образом: 35 % – органы дыханий, 25 % – вибрационная болезнь, 12 % – органы слуха, 12 % – опорно – двигательный аппарат. Производственный травматизм со смертельным

исходом в России в последние годы находится на уровне 0.125 – 0.150 случаев на 1000 работающих, тогда как за рубежом этот показатель существенно ниже и составляет 0.07 – 0.09.

В мире ежегодно от травматизма погибает около 2 млн. человек.

Анализ типологии несчастных случаем тяжелыми последствиями, происшедших в 2014 году в организациях Российской Федерации, свидетельствует о том, что практически каждый третий несчастный случай (30.8 %) произошел в результате падения пострадавшего с высоты; каждый четвертый (24 %) – в результате воздействия движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов; 13.8 % – в результате транспортных происшествий; 12.4 % – в результате падения, обрушения, обвалов предметов, материалов.

Основными причинами производственного травматизма являются организационные, технические, санитарно – гигиенические, социально – психологические, климатические, психофизиологические, экономические и индивидуальные.

Городская среда. Сегодня городская среда оказывает на человека весьма негативное воздействие. Немало очевидного вредного влияния на здоровье загрязненного воздуха и питьевой воды городской житель оказывается еще и в зоне воздействия целого ряда факторов, влияющих отрицательно на общее состояние организма.

Существенным негативным фактором городской среды является **шум,** создаваемый транспортом. На магистральных улицах уровень шума достигает 96 дБ, а на выходящих окнами на проезжую часть квартирах домов уровень шума только на 10–15 дБ ниже.

Шум вызывает изменения функционального состояние центральной нервной и сердечно – сосудистой систем. Ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина в крови встречаются чаще у людей, проживающих в шумных районах. Под воздействием шума нарушается сон, после пробуждения люди чувствуют

усталость, головную боль. Со временем это приводит к переутомлению, снижению работоспособности, болезням.

Помимо звуковых волн, воспринимаемых нами как шум, существует еще и **инфразвук** – неслышимые человеческих ухом низкочастотные колебания. Есть антропогенные источники инфразвука – многие работающие механизмы, трансформаторы и пр. Предполагается, что колебания частотой 6 Гц совпадают с альфа–ритмом головного мозга – под их воздействием возникает ощущение морской болезни, усталости, они могут привести к потере зрения и даже к смерти. Инфразвук с частотой 7 Гц еще более опасен для человека – он может привести к остановке сердца.

Воздушная среда городов насыщена агрессивными **запахами**. Это запахи различных масел, бензина, выхлопных газов автомобилей, красок и лаков, свежего асфальта и новой мебели из ДСП, запах гари и резины. Это и более приятные, но не менее опасные для здоровья запахи дезодорантов, одеколонов, духов, косметики, стиральных порошков, способные вызвать мгновенную аллергическую реакцию. А запахи доминирующих в городе или районе производств?! Почти каждый город имеет свой специфический запах. По запаху легко можно узнать города–металлурги, города–химики, города–текстильщики, города с рыбоконсервной промышленностью, шахтерские города и т.д. Во многих случаях выбрасываемые в воздух вещества не только оказывают раздражающее влияние на наше обоняние и нервную систему, но и, попадая в организм, наносят прямой вред здоровью.

Еще одна сторона жизни современных крупных городов – образование и накапливание огромного количества твердых, жидких и газообразных **отходов** как промышленного, так и бытового происхождения. Жидкие отходы просачиваются в грунт и загрязняют источники питьевой воды и грунтовые воды, газообразные – вызывают смог, отравляя все живое своими ядовитыми парами.

Огромную проблему создают твердые отходы. На сегодняшний день в городах и поселках страны накопилось 55 млн. т бытовых отходов – и то

только на зарегистрированных **свалках**. В Москве ежегодно образуется около 2,5 млн. т твердых бытовых отходов и около 6 млн. т промышленных. Из них только 10% бытовых и около 50% промышленных отходов подвергается переработке.

Основную массу твердых отходов (до 74%) составляют бумага и пищевые отходы, но немало и долго не разрушающихся пластмасс и синтетических материалов. Сжигать их нельзя, так как при этом выделяются многочисленные токсичные вещества (диоксин, фтористые соединения и др.).

И, конечно, одной из основных опасностей городской среды является **движущийся транспорт**. Только в дорожно–транспортных происшествиях (ДТП) в год гибнет в США более 40 тыс. человек, а на российских дорогах около 27–30 тыс. человек. Правда, в США на 1000 человек приходится 900 автомобилей, тогда как в России – пока не многим более 300. В перерасчете на 100 тыс. человек ежегодно в ДТП в России гибнет 20 чел., в США – 14 чел., в европейских странах – 5–6 чел., а в Израиле – 4 чел.

Бытовая среда – это среда проживания человека, которая содержит совокупность жилых зданий, сооружений различного назначения, коммунально – бытовых организаций и учреждений. Одним из показателей опасностей в данной среде является бытовой травматизм, который, по данным МЧС России, очень высок в России и не имеет тенденции к снижению. Ведущей причиной является выполнение жильцами работ – уборка, ремонт помещений, приготовление пищи и т.д. Бытовой травматизм является основной причиной смерти россиян в возрасте от 1 года до 44 лет. В структуре травматизма бытовой травматизм занимает 76.7 %; уличные – 14.7%; спортивные – 1.1 %; транспортные – 1.3%; производственные – 1.0 % и прочие 6.2 %.

Природная среда – это совокупность биотических и абиотических факторов, естественных или измененных в результате человеческой деятельности; природная среда – часть окружающей среды, природная

составляющая среды обитания и производственной деятельности человека. Природная среда отличается от других составляющих окружающей среды свойством самоподдержания и саморегуляции без корректирующего влияния человека.

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Из понятия «природная среда» исключается та часть биосферы, которая коренным образом преобразована человеком в объекты хозяйственной деятельности (здания, дороги, механизмы, пахотные и иные хозяйственные угодья, горнопромышленные отходы, зеленые насаждения и т.п.). Таким образом, **природная среда – это совокупность объектов и систем материального мира в естественном состоянии, не являющаяся продуктом трудовой деятельности человека, т.е. техногенеза**. В то же время природная среда является источником важнейших природных ресурсов, таких как биопродуктивная почва, вода, минералы и руды, носители тепла и энергии (нефть, газ, уран, торф).

Окружающая среда – весь окружающий человека мир, включая и природную, и антропогенную среду.

Законодательное определение понятия «благоприятная окружающая среда» дано в статье 1 Федерального Закона №7 – 99 «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г:

«**Благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно – антропогенных объектов»**.

Окружающая среда человека подвержена влиянию различных факторов, которые могут быть естественными, искусственными, социальными, биологическими и психологическими. Изменения окружающей среды – это изменения или нарушение, чаще всего вызываемые деятельностью человека и естественными экологическими процессами.

Антропогенная среда – это природная среда, прямо или косвенно, намеренно или непреднамеренно измененная человеком. Она включает в себя:

1) Квазиприродную среду (окультуренные ландшафты, агроценозы);
2) Артеприродную среду (искусственное окружение людей – здания, сооружения, дороги в сочетании с воздухом, светом и почвой);
3) Окружающую человека среду – совокупность абиотических, биотических и социальных факторов в сочетании с квазиприродной и артеприродной средами.

Таким образом, средой обитания человека в обобщенном виде является **техносфера,** или антропогенная среда в ее активной фазе, ибо это мир техники и технологий и связанных с ними техносферных опасностей; Это синтез природы и техники, созданной человеческой деятельностью.

1.3.2. СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно изменяла свой облик, но мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так продолжалось до середины XIX в. – начала активного роста воздействия человека на среду обитания. Однако в XX в. на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали следующие факторы:

1) **Высокие темпы роста численности населения на планете и урбанизация;**

Сегодня на Земле проживает около 8 млрд. человек. Ежегодно рождается около 60 млн. человек, из них умирает примерно 23 млн. человек, а прирост составляет немногим более 36 млн. человек. Хотя, по расчетам некоторых специалистов, население Земли увеличивается более чем на 90 млн. человек в год.

В последние годы отмечается резкий рост урбанизации населения.

Главная проблема урбанизации связана с тем, что она способствует перенаселению и повышению антропогенной нагрузки на окружающую природу. В большинстве городов наблюдается неблагоприятная экологическая обстановка, что сказывается и на здоровье местных жителей. Атмосферный воздух в городах содержит значительно большие концентрации токсических примесей по сравнению с сельской местностью. Отмечено, что городское население испытывает больше стресса и в целом чаще страдает от психических расстройств. Для городов характерен высокий темп жизни, справиться с которым могут не все. В мегаполисах распространена депрессия и хроническая усталость.

Жизнь в городах не требует от человека выполнения большого объема работы, что может негативно влиять на здоровье. Сельские жители реже страдают от гиподинамии – болезни, связанной с неактивным, сидячим образом жизни.

Надо отметить, что почти во всех крупных городах значительная часть населения сталкивается с нехваткой жилья. Стоимость даже однокомнатных квартир часто значительно превосходит стоимость домов на селе. В результате многие семьи вынуждены годами снимать жилье или ютится на очень маленькой площади.

При ложной урбанизации возникают бедные кварталы, застроенные трущобами. Уровень жизни там невысок, причем социальные лифты, способные вывести жителей оттуда, недоступны большинству из них.

Даже в развитых странах уровень преступности в городах значительно выше, чем на селе. Если в деревнях все друг у друга на виду, и поэтому тяжело незаконно обогатиться, то в городах люди часто не знают даже соседей по лестничной клетке. Здесь проще стать жертвой грабежа, кражи, мошенничества, насильственных действий.

2) **Рост потребления и концентрации энергетических ресурсов**.

Основными источниками получения энергии являются: природный газ – 23%, уголь – 20%, нефтепродукты – 33%, атомная энергия – 6%, гидроэнергия – 6% и другие источники – 12 %, куда входят энергия ветра, энергия проливов и отливов, солнечная энергия. Потребление энергии является энергетической мерой цивилизации, а расход энергии на душу населения – критерием высокого уровня жизни. В расчете на условное топливо на душу населения США, по данным на 2013 г., потребили 11 тонн, Россия – 6 тонн, Австралия – 7.4 тонн, Европа – 4.4 тонн, Япония – 5 тонн, Индия – 0.5 тонн, Китай – 0.8 тонн, а весь мир – 2.1 тонн.

В последующие годы в связи со значительным ростом потребления энергии показатели по Китаю и Индии резко выросли и достигли до 2.0 тонн и более на душу населения. Сегодня Китай потребляет 23 % общемировой энергии, США – 16.6 %, Индия – 4.9 %, Россия – 5.3 %.

Только рост потребления электроэнергии в мире увеличился с 1545 млрд. кВт.ч. до 6400 млрд. кВт.ч. и эта тенденция будет сохраняться и в будущем. Сегодня мировое потребление энергии растет на 1.6 % в год и, несмотря на увеличение альтернативных, экологически предпочтительных источников энергии, традиционные ископаемые источники – нефть, уголь и газ – будут обеспечивать 80 % энергопотребления до 2030 г.

При сжигании ископаемого топлива увеличивается выброс в атмосферу углекислого газа и других парниковых газов, усиливающих парниковый эффект. Кроме углекислого газа, при сжигании угля, нефти или газа в атмосферу выделяются много вредных веществ: пыль, сажа, сера, хлор, фтор, метан, медь, хром, канцерогенные соединения. Эти выбросы вызывают кислотные дожди.

Энергетика – один из основных источников негативного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу, гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов) и на литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, выбросы токсичных веществ).

3) Интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства

В настоящее время производственная и хозяйственная деятельность оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды, а главным источником воздействия является промышленность. Чем выше уровень концентрации промышленных объектов, тем обширнее зона изменения природной среды.

Любое изменение одной из сфер природной среды находит отражение в других (нарушение литосферы косвенно влияет на режим поверхностных и подземных вод, предопределяет пылевое и газовое загрязнение атмосферы и т.д.). Среди таких экологических проблем, как истощение сырьевых ресурсов и климатические изменения, наиболее угрожающих размеров достигла проблема загрязнения воды, почвы и воздуха отходами промышленного производства.

Более 20 000 предприятий промышленности России с хорошо развитыми технологическими процессами играют заметную роль в загрязнении окружающей среды. В некоторых промышленных районах с наиболее опасными производствами вредные выбросы иногда превышают все санитарные нормы. Машиностроительный комплекс ежегодно выбрасывает в атмосферу 32 % промышленных загрязнений от своих стационарных источников. А очистным оборудованием машиностроение оснащено всего лишь на 30–50 %.

В условиях рыночной экономики предприниматели не заинтересованы в увеличении затрат на защиту окружающей среды, которые, естественно, ведут к повышению стоимости продукции, а значит – к снижению прибыли. Влияние на природу с каждым годом становится более масштабным и к настоящему времени в отдельных районах мира привело к экологическому кризису. Впервые серьезный экологический кризис наблюдался в 1960-70-е годы. Уже тогда члены Римского клуба предупреждали человечество о грозящей экологической катастрофе, однако их слова услышаны не были. А

экологический кризис тем временем уже начинал углубляться, о чем свидетельствовало заметное снижение самоочищения биосферы, которая уже не могла справляться с отходами, выбрасываемыми в нее предприятиями и людьми.

Экологические проблемы чрезвычайно актуальны как для отдельного предприятия и всего промышленного комплекса страны, так и для Земли в целом. Развитие промышленности, с одной стороны, – результат научно–технического прогресса и производственной деятельности людей. А с другой, промышленность – основной потребитель природных ресурсов и мощный источник загрязнения. Несмотря на то, что экологическая безопасность отдельно взятых промышленных объектов непрерывно повышается, в целом по стране вопросы защиты окружающей среды встают все острее, что вызвано рядом многих объективных и субъективных причин. Количественное и качественное совершенствование промышленных предприятий как одного из элементов экосистемы «предприятие – природная среда» неизменно приводит к количественно–качественному изменению другого элемента данной экосистемы – природы, а развитие предприятий переводит эти изменения на качественно новый уровень. Так, увеличение производственных мощностей на предприятии и рост выпуска продукции приводят к повышению количества потребляемых ресурсов – а значит, к увеличению вредных выбросов в природную среду. Отношения между двумя параллельными процессами – процессом развития предприятий и промышленности в целом и процессом ухудшения экологической обстановки отражают диалектическое отрицание, которое показывает три основных направления решения вопроса защиты окружающей природной среды.

Первое направление. Полное прекращение промышленного производства.

За это выступает партия Зеленых и организация «Greenpeace», которые, пропагандируя девственность окружающей природы, забывают, что защита природы и прогресс человечества – совершенно противоположные или

обратно пропорциональные процессы. Развитие человеческой цивилизации неизбежно ведет к нарушению природной среды, и, наоборот, борьба за чистоту природы требует возвращения к допроизводственному обществу.

Второе направление. Развитие и функционирование промышленных предприятий при игнорировании состояния природной среды, то есть **отрицание экологических проблем**. Однако это неизбежно приводит к экологическому кризису.

Эти направления – решение проблемы путем уничтожения одного из элементов экосистемы «предприятие – природная среда», а именно – предприятия и промышленности (в первом случае) и природной среды (во втором случае).

Третье направление оптимальное сочетание функционирования промышленных предприятий с поддержанием максимально возможной их экологической безопасности. Сокращение производства до разумной достаточности и его оптимизация с одновременной защитой окружающей природной среды.

Не только промышленность, транспорт и энергетика являются источниками загрязнения атмосферы, вод, почв химическими элементами. Таким загрязнителем может быть и сельское хозяйство.

Начиная с 1980 года, ООН считает угрозу живой природе, исходящую от сельского хозяйства, в числе четырех самых опасных. Можно выделить два источника, определяющих сельскохозяйственное загрязнение, – минеральные удобрения, пестициды.

Минеральные удобрения ежегодно вносятся на поля для того, что бы восполнить вымываемые из почвы химические элементы. Удобрения регулируют процессы обмена веществ в растениях, способствуют накоплению белков, жиров, углеводов, витаминов. Небольшие дозы удобрений, применяются с учетом особенностей почв и климатических условий, способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Но очень часто правила внесения удобрений нарушаются.

Систематическое внесение удобрений в высоких дозах, плохое хранение, потери во время транспортировки приводят к загрязнению среды, особенно водоемов, оказывают влияние на здоровье человека.

Например, при чрезмерной дозе внесения удобрений возможно накопление в растениях нитратов, большое количество которых попадает в пищу и может вызвать легкое пищевое отравление.

Гораздо опаснее то что нитраты превращаются в наших организмах в нитрозамины, которые могут стать причиной развития рака.

Фосфорные удобрения, попадая в водоемы, вызывают их зарастание и гибель.

Возникает вопрос, значит ли это, что необходимо отказаться от применения удобрений.

Существуют данные, на основе которых, можно сделать вывод о том что, дозы удобрений, вносимые на 1 га пашни, сильно различаются по странам. Самые высокие они в Голландии – почти 800 кг на 1 га. В последние годы можно видеть некоторое снижение вносимых удобрений, все–таки получать высокие урожаи без них невозможно.

Пестициды – собирательное название ядохимикатов, используемых в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

В среднем на каждого человека Земли ежегодно расходуется 400–500 г пестицидов,а в России и США – до 2 кг.

Обычно пестициды используются для поражения определенного вредителя. Но кроме него гибнет практически все живое, находящиеся рядом. Ученые подсчитали, что в нашей стране от применения пестицидов в сельском хозяйстве, гибнет до 80% лосей, кабанов, зайцев.

Наиболее опасной группой являются хлорорганические пестициды и среди них ДДТ.

Пестициды становятся опасными при достижении определенной концентрации. Опасность заражения пестицидами через продукты питания и

питьевую воду существует для всего населения Земли. Они могут накапливаться (особенно в тех странах, где их применяют в больших количествах) в тканях тел рыб, птиц, в грудном молоке женщин.

4) **Массовое использование транспорта**.

С точки зрения безопасности, любой транспорт опасен для окружающей среды, являясь важнейшим источником загрязнения. Во время работы автомобилей, автобусов в атмосферу поступают вредные вещества, образуется смог, разрушается озоновый слой. Наиболее опасные вещества, которые выделяют современные виды транспорта – это угарный газ, диоксины, монооксид углерода, бензапирен, оксиды азота, соединения свинца. Когда вредные вещества поступают в атмосферу, они попадают в легкие и в кровь людей, способствуют развитию различных заболеваний, в том числе раковых опухолей и бесплодия. Вдыхая грязный воздух во время беременностей, это может привести к патологиям.

Транспортная система становится причиной еще одной экологической проблемы – исчерпывания природных ресурсов, таких как углеводород, металлы и металлические руды. Мытье различных видов транспорта загрязняет водоемы. Кроме того, требуется регулярная утилизация отработанных расходных материалов транспорта: шин, аккумуляторов, металлолома, пластмассы, бытового мусора. Кроме атмосферного, гидрологического и литосферного загрязнения, транспорт издает шумовое загрязнение.

Наибольшие удельные выбросы приходятся на автомобильный и воздушный транспорт, в десятки и сотни раз превышая аналогичные выбросы на других видах транспорта по оксиду углерода (CO), углеводородам (CH), оксидам азота (N0), углероду (C), диоксиду серы (802). Наиболее экологичными являются морской и железнодорожный транспорт. В целом на долю автотранспорта приходится 91,3 % загрязнения атмосферы, железнодорожного – 3,7 %, морского – 2,7 %, речного – 0,9, воздушного – 1,4 %.

Масштабы работы транспортной системы России, ее значительный имущественный комплекс определяют значительный объем загрязнения окружающей среды. Вместе с тем, внедрение более энергоэффективных транспортных средств, проведение мероприятий ресурсосбережения и другие мероприятия приводят к снижению размеров удельных выбросов вредных веществ.

Автомобильный транспорт является одним из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Относительная доля автотранспорта в общих антропогенных выбросах загрязняющих веществ всех отраслей экономики составляет около 40 % и более 80 % объема вредных выбросов транспортного комплекса (без учета трубопроводного транспорта).

Характерными особенностями вредного воздействия подвижных источников автомобильного транспорта на окружающую среду являются высокие темпы роста численности автомобилей и их пространственная рассредоточенность, непосредственная близость источников загрязнения к жилым районам, более высокая токсичность по сравнению со стационарными источниками, техническая сложность использования средств защиты от загрязнений.

Загрязнение окружающей среды от стационарных источников автомобильного транспорта происходит при испарении бензина на АЗС, образовании пыли в приземном воздушном слое возле автодорог, отчуждении значительных земельных площадей под автодороги.

Быстрый рост автомобилизации населения значительно увеличивает негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду, особенно в крупных городах. Превышение уровней предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ вдоль автотрасс и на прилегающих территориях и шумовое загрязнение ведут к росту заболеваемости населения.

1.3.3. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате активной преобразующей деятельности человека им создан новый вид и тип среды обитания – техносфера. При создании техносферы человек стремится к повышению комфортности своего обитания, обеспечению своей защиты от внешних воздействий. Однако при этом техносферные условия наряду с положительным влиянием оказывает и негативное воздействие на человека и окружающую его природную среду.

Сегодня промышленное производство, сконцентрировав в себе колоссальные запасы различных видов энергии, вредных веществ и материалов, стало постоянным источником серьёзной техногенной опасности и возникновения аварий и катастроф, сопровождающихся чрезвычайными ситуациями. Как показывает опыт, внедрение и производство новых технологий, как правило, незначительно снижает уровень этой опасности. Естественное же постоянное стремление общества к наиболее полному удовлетворению своих материальных и духовных потребностей влечет за собой увеличение масштабов производства, а следовательно, и уровня техногенной опасности.

Особенно большую экологическую опасность для окружающей среды и здоровья человека представляет **техногенное загрязнение**.

Под загрязнением окружающей среды понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или не живых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Понятие «экологический кризис» появилось в 1972г. в докладе Римского клуба «Пределы роста», где отмечалось: при сохранении темпов роста и тенденции развития экономики человечество придет к катастрофе и погибнет к 2100 г.

Человек оказывает следующее воздействие на окружающую среду:

- Изъятие из природы её отдельных компонентов, использование природных ресурсов.
- Выброс в природную среду отходов хозяйственной деятельности, загрязнение этой среды.
- Преобразование природных комплексов в хозяйственных целях.

При этом различают:

- **Прямое воздействие** – непосредственное действие в отношении каких–либо компонентов природы (срубили лес, распахали степь – стало поле, освоили целину – получили урожай).
- **Косвенное воздействие** – следствие прямого воздействия (в результате почвы обедняются, из–за распашки происходит эрозия почвы, степь превращается в пустыню).
- **Комбинированное воздействие** – комбинация этих двух форм. Обычно любое воздействие на природу при тщательном рассмотрении является комбинированным.

По масштабам распространения техногенные загрязнения делятся на *локальные, региональные и глобальные.*

Для атмосферы **локальными** считаются загрязнения, оказывающие влияние на внешнюю среду в радиус 80 км, **региональными**– 90–800 км, **глобальными** – более 800 км.

Загрязнение почвы региональное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения.

Загрязнение почвы глобальное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса загрязняющего вещества в атмосфере на расстояния, превышающие 1000км от любых источников загрязнения.

По продолжительности воздействия техногенные загрязнения делятся на ***кратковременные*** и ***долговременные***.

Кратковременные загрязнения – единичные выбросы в атмосферу – взрывы, утечки газа, нефтепродуктов.

Долговременные загрязнения – постоянно или длительно действующие источники загрязнения (промышленные предприятия, ТЭС, гидросооружения и т.д.), могут привести к значительным изменениям компонентов внешней среды.

По характеру воздействия техногенные загрязнения делятся на ***физические, биологические*** и ***химические***.

Физические загрязнения – тепловой нагрев, шум, электромагнитное и радиоактивное излучения (изменяют непосредственно физические характеристики среды).

Химические загрязнения – оксиды серы, азота, углеводороды, тяжелые металлы, фтористые соединения и другие химические вещества – изменяющие химический состав атмосферы, гидросферы и почвы.

Биологические загрязнения – нехарактерные и нежелательные для данной экосистемы живые организмы (вирусы, бактерии и др., например, колорадский жук).

По ***источнику загрязнения*** делятся на:

Естественные – возникающие в результате деятельности бактерий, стихийных бедствий, естественных геологических процессов.

Искусственные – источниками, которых являются энергетика, сельское хозяйство, коммунально – бытовые системы.

Естественное загрязнение биосферы обычно способно преодолеть за счет процессов саморегуляции и самовосстановления (самолечения).

Искусственные загрязнения (техногенные) – результат хозяйственной деятельности человека, их биосфера полностью обычно переработать не может в силу нескольких причин:

1) Количество техногенных загрязнений очень велико;

2) Среди антропогенных загрязнений присутствуют вещества, не характерные для природы в ее нормальном состоянии – ксенобиотики (большинство синтетических веществ). Ксенобиотики не вписываются в естественный круговорот веществ и не могут быть переработаны природой;
3) Многие антропогенные загрязнители подавляют естественные процессы самоочищения и самовосстановления, в т.ч. многие ксенобиотики, ПАВ и т.д.

Источники загрязнения окружающей среды. Хозяйствующими субъектами ежегодно выбрасывается в атмосферу более 15 млрд. т CO_2, 200 млн. т CO, боле 500 млн. т углеводород, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по некоторым данным, более 19 млрд. т.

Сточные воды – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, можно условно разделить на несколько групп. Так, по физическому составу выделяют нерастворимые, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Суммарный объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты России, распределяется между жилищно – коммунальным хозяйством (51 %), промышленностью (35%) и сельским хозяйством (13%). Объем сброса загрязненных сточных вод ежегодно составляет по промышленности около 9 млрд. $м^3$, по объектам ЖКХ более 12.5 млрд. $м^3$.

По своему положению и свойствам почва фактически является конечным местом сосредоточения всех природных и техногенных загрязнений, при этом последние вносят основной вклад:

- Теплоэнергетика (угольная пыль, зола, дым, аэрозоли тяжелых шламов – ртути, мышьяк, свинца, ванадия, газы SO_2, SO_3, NO_2, бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды).
- Черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, мышьяка, зола, сажа, SO_2, SO_3, NO_2, NH_3, HCI);
- Цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора, SO_2 и т.д.);
- Промышленность строительных материалов (цементная пыль, фтор и т.д.);
- Химическая промышленность (SO_2, SO_3, NO_2, NH_3, HCI, HF, HNO_3, фтористые соединения, углеводороды, растворители, эфиры, фенолы и др.);
- Транспорт (углеводороды, свинец, угольная пыль, зола, CO, SO_2, H_2S, бенз(а)пирен, непредельные углеводороды);
- Сельское хозяйство (удобрения, пестициды, ядохимикаты и т.д.);
- Нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность (нефть, нефтепродукты, бенз(а)пирен, серосодержащие соединения и др.);
- Атомные электростанции (радионуклиды, йод – 131, стронций – 90, цезий – 137, плутоний – 239, калий –42 и др.).

Техногенные загрязнения *по происхождению* делятся на 4 группы:

- Промышленные;
- Транспортные;
- Бытовые;
- Сельскохозяйственные.

Техногенные загрязнения *по природе факторов* делятся на следующие группы:

- Химические;
- Физическое;

- Физико – химическое;
- Биологическое.

Физическое – связано с изменением физических температурно – тепловых, волновых и других параметров среды. Различают тепловое, шумовое, радиоактивное, световое, электромагнитное.

Тепловое – сточные воды ТЭС теплее на 8–10 градусов, чем вода в водоемах. Такая температура способствует усиленному развитию водорослей и планктона; температурная граница преграждает путь на нерест лосося и угря. Для развития икры налима температурный перепад выше 1.5 градусов достаточно губителен. Кроме того, тепловое загрязнение способствует развитию некоторых заболеваний рыб.

Шумовое – человек всегда жил в мире звуков. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Звуки большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевое ощущение и шок. Длительный шум неблагоприятно действует на орган слуха, понижает его чувствительность к звуку.

Уровень шума в быту:

- уличный транспорт – 80–100 Дб;
- громкая музыка – 130 Дб;
- пылесос – 110 Дб;
- громкая речь – 60–70 Дб.

Считается, что шум реактивного самолета очень опасен человеку – 140 Дб, а взлетающей космической ракеты (175 Дб) – смертелен.

Химическое – связано с увеличением количества химических компонентов в определенных средах, и химическое загрязнение может быть вызвано любым веществом. Самыми опасными признаны 14 химических элементов, за которыми проводится постоянный мониторинг в окружающей среде и продуктах питания, из них наиболее опасны кадмий, ртуть, свинец.

Физико – химические – аэрозольное загрязнение.

Аэрозоли – это аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых не определяемое долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся либо при конденсации паров, либо при взаимодействии газовых сред, либо попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава. Воздух или газ являются дисперсной средой, а твердые и жидкие частицы дисперсной фазой. Значительная часть аэрозолей формируется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы.

Биологическое – случайное, связанное с деятельностью человека проникновением в экосистемы чужеродных организмов. Оно бывает биологическое, микробное. Возникает при работе предприятий, производящих антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белой.

Классификация загрязнений по масштабам:

- локальное – может быть внутри города, деревни;
- региональное – авария на Чернобыльской АЭС;
- глобальное – увеличение концентрации CO^2.

Классификация загрязнения по количественным характеристикам:

- катастрофические;
- незначительные.

Классификация загрязнения по времени нахождения в природе:

- стойкие;
- нестойкие.

По объектам загрязнения бывают:

- загрязнения атмосферы;
- загрязнения гидросферы;
- загрязнение литосферы (почвы).

Выбросы в атмосферу пяти главных загрязнителей в мире и России **(млн. т)**

	Весь мир		**Россия**	
	Стационарные источники	Транспорт	Стационарные источники	Транспорт
Твердые частицы	57	80	6.4	37
Окись углерода	177	200	7.6	10.1
Диоксид серы	99	0.7	9.2	0.07
Оксид азота	68	20	3.0	1.0
Углеводороды	4	50	0.2	2.0

Более 200 городов России, население которых составляет 65 млн человек, испытывают постоянные превышения ПДК токсичных веществ. Жители 70 городов систематически сталкиваются с превышениями ПДК в 10 и более раз. Среди них такие города как Москва, Санкт–Петербург, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск, Омск, Кемерово, Хабаровск. В перечисленных городах основной вклад в общий объем выбросов вредных веществ приходится на долю автотранспорта, например, в Москве он составляет – 88%, в Санкт–Петербурге – 71 %. По валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу лидирует Уральский экономический район.

Состав отработавших газов автомобиля, **% по объему**

Компоненты	**Двигатели**	
	Карбюраторные	Дизельные
N_2	72 – 75	74 – 76
O_2	0.3 – 0.8	1.5 – 3.6
H_2O	3 – 8	0.8 – 4
CO_2	10 – 14.5	6 – 10
CO	0.5 – 1.3	0.1 – 0.5
NO_x	0.1 – 0.8	0.01 – 0.5
C_xH_y	0.2 – 0.3	0.02 – 0.5
Альдегиды	0 – 0.2	0 – 0.01
Частицы, г/м^3	0.1 – 0.4	0.1 – 1.5
Бензопирен, мкг/м^3	10 – 20	до 10

С автотранспортом напрямую связывают такое сильное загрязнение атмосферного воздуха в больших городах и промышленных центрах, как **смог**.

Смог бывает следующих типов:

- ***Влажный смог лондонского типа*** – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства;
- ***Ледяной смог аляскинского типа*** – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов;
- ***Радиационный туман*** – туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы;
- ***Сухой смог лос–анджелесского типа*** – смог, возникающий в результате фотохимических реакций, которые происходят в газовых выбросах под действием солнечной радиации; устройчивая синеватая дымка из едких газов без тумана;
- ***Фотохимический смог*** – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы.

Тенденции техногенного загрязнения в будущем

Характеристика	**Тенденция 1970 – 1990 гг.**	**Сценарий 2030 г.**
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0.5 – 1.0 % в год на суше; к началу 1990 г. их сохранилось около 40 %.	Сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40% на суше, 25% – глобальный (оценка 1985 г.)	Рост потребления: 80– 85% на суше, 50–60%– глобальный
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых процента до первых процентов ежегодно	Рост концентрации, ускорение роста концентрации CO, и CH4 за счет ускорения разрушения биоты
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой	Истощение на 1–2% в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр	Сохранение тенденции даже при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г.

Характеристика	Тенденция 1970 – 1990 гг.	Сценарий 2030 г.
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180 ± 20 тыс. км^2 (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10	Сохранение тенденции, сокращение площали лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9–11 млн. км^2, сокращение площади лесов умеренного пояса
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км^2 в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопления поллютантов в почвах
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель надушу населения
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1–2 мм в год	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год
Стихийные бедствия, техногенные аварии	Рост числа на 5–7%, рост ущерба на 5–10%, рост числа жертв на 6–12% в год	Сохранение и усиление тенденций
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы
Качественное истощение вод на суше	Рост объема сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации	Сохранение и нарастание тенденций
Накопление поллютантов в средах и организмов, миграция в трофических цепочках	Рост массы и числа пол– лютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические бомбы»	Сохранение тенденций и возможное их усиление
Ухудшение качества жизни, рост числа заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды (в том числе генетических), появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост числа генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост числа аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост числа заболеваний, связанных с экологическими нарушениями (в том числе генетических), расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней.

1.3.4. АКСИОМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализ различных техногенных ситуаций позволяет сформулировать аксиомы науки о техносферной безопасности:

Аксиома 1. Техногенные опасности существуют, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают их пороговые значения.

Пороговые или предельно допустимые значения опасностей устанавливаются, исходя из факторов сохранения функциональной и структурной целостности человека и природной среды. При этом соблюдение предельно допустимых значений потоков, воздействующих на человека, создает безопасные условия жизнедеятельности и исключает негативное воздействие техносферы на природную среду.

Например, отходы производства и потребления по степени опасности воздействия на окружающую среду делятся на 5 классов (табл. 6), имеющих свои предельно допустимые значения (табл. 7).

Таблица 6. Классы опасности отходов

Класс опасности отхода для окружающей природной среды	**Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду**	**Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды**
I класс (чрезвычайно опасные)	Очень высокая	Экологическая система необратима нарушена. Период восстановления отсутствует.
II класс (высокоопасные)	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.
III класс (умеренно опасные)	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.
IV класс (малоопасные)	Низкая	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 3 лет.
V класс (практически неопасные)	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена.

Таблица 7. Предельно допустимые значения классов опасности отходов

Наименование показателя	**Норма для класса опасности**			
	I	**II**	**III**	**IV**
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	Менее 0.1	0.1 – 1.0	1.1 – 10.0	Более 10.0
Средняя смертельная доза ($ЛД_{50}$) при введении в желудок, мг на 1 кг массы тела	Менее 15	15 – 150	151 – 5 000	Более 5 000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг на 1 кг массы тела	Менее 100	100 – 500	501 – 2 500	Более 25 000
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м^3	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3
Зона острого действия – отношение величины средней смертельной дозы (или концентрации) к величине порога острого действия	Менее 6.0	6.0 – 18.0	18.1 – 54.0	Более 54.0
Зона хронического действия – отношение величины порога острого действия яда к величине порога его хронического действия	Более 10.0	10.0 – 5.0	4.9 – 2.5	Менее 2.5

Аксиома 2. Источниками техногенных опасностей являются элементы техносферы.

Опасности возникают при наличии дефектов и иных неисправностей в технических системах, при неправильном использовании технических систем, а также из–за наличия отходов, сопровождающих эксплуатацию технических систем. Технические неисправности и нарушения режимов использования технических систем приводят, как правило, к возникновению травмоопасных ситуаций, а выделение отходов (выбросы в атмосферу, стоки в гидросферу, поступление твердых веществ на земную поверхность, энергетические излучения и поля) сопровождается формированием вредных воздействий на человека, природную среду и элементы техносферы (табл. 8).

Таблица 8. Классификация отходов различных отраслей промышленности по воздействию на окружающую среду

Отрасль промышленности	**Характеристика воздействия отходов**					
	на воздушный бассейн	**на водный бассейн**		**на земную поверхность**		**на флору и фауну**
		на поверхностные воды	***на подземные воды***	***на почвенный покров***	***на ландшафт***	
Нефтехимическая	Сильное	Сильное	Среднее	Среднее	Малое	Среднее
Металлургиче–ская	Сильное	Сильное	Малое	Среднее	Малое	Среднее
Целлюлозно – бумажная	Среднее	Сильное	Малое	Малое	Отсутствует	Отсутствует
Топливно–энергетическая	Сильное	Сильное	Малое	Малое	Малое	Малое
Горнодобывающая	Среднее	Сильное	Сильное	Сильное	Сильное	Среднее
Строительство	Малое	Малое	Малое	Среднее	Среднее	Малое
Транспорт	Среднее	Среднее	Малое	Малое	Малое	Среднее

Не меньший вред наносят окружающей среде и здоровью человека бытовые свалки:

1) Для захоронения отходов город вынужден отводить огромные территории (например, в Санкт–Петербурге полигонами ТКО занято 354 га земель) или занимать сельскохозяйственные земли;
2) Территории, занятые полигонами, выводятся из хозяйственного оборота на длительный срок. Интенсивное выделение взрывоопасного биогаза (CH4), который образуется при перегнивании отходов, длится не менее 30 лет после закрытия свалки;
3) Ядовитые вещества, образующиеся при разложении бытовых отходов, загрязняют почву и грунтовые воды;
4) Особую опасность представляют горящие свалки, так как при недостатке кислорода сжигание отходов сопровождается интенсивным выделением токсичных веществ в воздух;
5) Жилые и иные строения, возведенные вблизи действующих или закрытых полигонов, имеют пониженный ценовой рейтинг.

Аксиома 3. <u>Техногенные опасности действуют в пространстве и во времени</u>.

Травмоопасные воздействия действуют, как правило, кратковременно и спонтанно в ограниченном пространстве. Они возникают при авариях и катастрофах, при взрывах и внезапных разрушениях зданий и сооружений. Зоны влияния таких негативных воздействий, как правило, ограничены, хотя возможно распространение их влияния и на значительные территории, например, при аварии на атомных электростанциях.

Две из самых страшных катастроф пришлись на долю человечества из ядерного реактора. Сначала в 1986 году был Чернобыль, оправиться от которого не получается до сих пор. А в 2011 году, спустя четверть века, взорвалась атомная станция «Фукусима» в Японии. Но какая из этих катастроф была мощнее, страшнее, ужаснее?

В Японии из–за землетрясения вышли из строя необходимые системы охлаждения при аварийных ситуациях. До этого полностью перестали работать всяческие средства по снабжению станции электричеством и различные генераторы. В Чернобыле же был выявлен ряд грубых нарушений и ошибок во время испытаний.

Но главной причиной, из–за которой и произошли обе трагедии, стала человеческая халатность, жадность, стремление сэкономить на строительстве. Это привело к ошибкам при построении реакторов, в дальнейшем к страшным авариям (рис. 3).



Рис.3. Слева – карта радиационного загрязнения после аварии на Фукусимской АЭС. Справа – после аварии на Чернобыльской АЭС.

Как можно видеть, в первом случае пострадала лишь небольшая часть Японии, тогда как во втором – огромные территории трёх стран.

По заключению международной комиссии, в случае Чернобыля и Фукусимы уровень радиации достиг максимального. Он складывался из количества радиации, попавшей в воздух, количества облученных людей и пострадавшего населения.

Но если сравнивать последствия двух катастроф, то Чернобыль по–прежнему лидирует. Ведь взрыв отразился не только на Украине, но еще на России, Белоруссии, а облако с радиактивной пылью долетело даже до некоторых стран Европы, среди которых была Швеция. При взрыве Фукусимы пострадала только Япония.

Аксиома 4. Техногенные опасности оказывают негативное воздействие на человека, природную среду и элементы техносферы одновременно.

Техногенные опасности не действуют избирательно, они отрицательно воздействуют на все составляющие вышеупомянутых систем одновременно, если последние оказываются в зоне влияния этих опасностей.

Ровно 10 лет произошла одна из крупнейших техногенных катастроф XXI века. В США в Мексиканском заливе разлилась нефть в огромных масштабах. Это создало серьезную угрозу природе. А с учетом Гольфстрима, возник риск, что нефть дойдет и до Европы.22 апреля 2010 года произошла авария на нефтяной платформе Deepwater Horizon. Произошел взрыв и начался пожар. Очевидцы рассказывали, что взрыв и дым были похожи на гриб от маленькой ядерной бомбы.

Трубы скважины повредились, и из них стала выливаться нефть. Сложность заключалась в том, что прорыв труб произошел на глубине 1,5 км.

За 5 месяцев аварии в океан попало свыше 5 млн. баррелей нефти, а нефтяное пятно покрыло 5% площади Мексиканского залива. Общая площадь – 75 тысяч квадратных километров. Погибли десятки тысяч рыб, черепахи, птицы, дельфины.

Рыболовный промысел был уничтожен, десятки тысяч людей в один момент лишились работы.Заболоченные зоны залива оказались пропитанными нефтью и продолжают губить жизнь в прибрежных районах. По мнению экологов, чтобы убрать последствия этой техногенной катастрофы, потребуется, как минимум еще 200 лет.

Аксиома 5. Техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды.

Воздействие травмоопасных факторов приводит к травмам или гибели людей, часто сопровождается очаговыми разрушениями природной среды и техносферы. Для воздействия таких факторов характерны значительные материальные и социальные потери, как это произошло при Кыштымской ядерной катастрофе. 29 сентября 1957 года на территории химкомбината «Маяк» взорвалась емкость для хранения радиоактивных отходов.

. В емкости находилось в общей сложности около 80 м3 высокорадиоактивных ядерных отходов. На момент строительства в 1950–х годах прочность конструкции не вызывала сомнений. Она находилась в котловане, в бетонной рубашке толщиной в метр.Крышка емкости весила 560 тонн, поверх нее был положен двухметровый слой земли. Однако даже это не смогло сдержать взрыв.

Во время взрыва в атмосферу попало около 20 млн. Ки радиоактивных веществ, часть из которых поднялись на высоту до двух км и образовали аэрозольное облако.

Ликвидаторами стали сотни тысяч военнослужащих и гражданских лиц.

Лишь в первые десять дней счет погибших от радиации пошел на сотни, всего во время работ в той или иной степени пострадали 250 тыс. ликвидаторов.

По международной шкале ядерных испытаний авария была оценена на шесть баллов. Для сравнения, седьмой уровень, максимальный был присвоен аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима–1.

Чтобы избежать разноса радиации, решением правительства была создана санитарно–защитная зона, в которой хозяйственная деятельность находилась под запретом. В 1968 году на этой территории был создан Восточно – Уральский государственный заповедник.

Его посещение запрещено – уровень радиоактивности еще слишком опасен для человека.

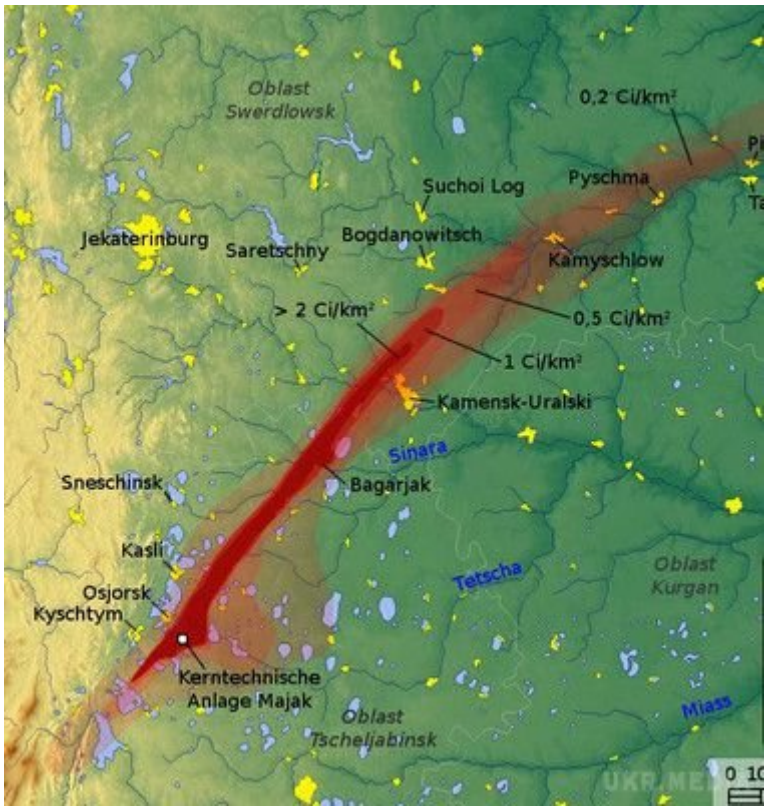


Рис. 4. Восточно – Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Аксиома 6. <u>Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер.</u>

Уменьшить потоки веществ, энергии и информации в зоне деятельности человека возможно, уменьшая эти потоки на выходе из источника опасности (или увеличением расстояния от источника до

человека). Если это невозможно, то нужно применять защитные меры: защитную технику, организационные мероприятия и т.п.

Для промышленных объектов и производств, зданий и сооружений с технологическими процессами, являющихся источниками воздействия на окружающую среду и здоровье человека, предусматриваются **санитарно – защитные зоны (СЗЗ)**. Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами.

СЗЗ – это защитный барьер, обеспечивающий уровень безопасности населения при эксплуатации объекта. Размер СЗЗ определяется санитарными правилами и нормами – СанПин 2.2.1/2 1.1.1200 – 03 «Санитарно – защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Для промышленных объектов и производств:

I класса размер – СЗЗ – 1000 м;

II класса размер – СЗЗ – 500 м;

III класса размер – СЗЗ – 300 м;

IV класса размер – СЗЗ – 100 м;

V класса размер – СЗЗ – 50м.

В пределах СЗЗ не допускается размещать: жилую застройку, ландшафтно – рекреационные зоны, зоны отдыха, территории курортов, санаториев, садоводческие товарищества, спортивные сооружения, детские площадки и детские учреждения, лечебно – профилактические учреждения.

Аксиома 7. Компетентность людей в мире опасностей и способах защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности.

Широкая и все нарастающая гамма техногенных опасностей, отсутствие естественных механизмов защиты от них, все это требует приобретения человеком навыков обнаружения опасностей и применения средств защиты. Это достижимо только в результате обучения и

приобретения опыта на всех этапах образования и практической деятельности человека. Начальный этап обучения вопросам безопасности жизнедеятельности должен совпадать с периодом дошкольного образования, а конечный – с периодом повышения квалификации и переподготовки кадров во всех сферах экономики.

1.4. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

1.4.1. ОБЪЕКТ И СУБЪЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ

Безопасность – это такое положение (состояние), при котором не угрожает опасность. Часто безопасность трактуют как состояние защищенности от опасности, что, в общем, соответствует основному определению.

Первой базовой категорией безопасности является ее объект, т.е. то, на что направлены усилия по обеспечению безопасности и что лежит в основе исследования и совершенствования безопасности. Исходя из Концепции национальной безопасности Российской Федерации**, объектами безопасности являются личность, общество и государство**. Если учитывать интересы земной цивилизации в целом, то объектом безопасности можно считать и мировое сообщество в целом.

Субъектами безопасности являются организации и люди, осуществляющие деятельность по обеспечению безопасности на профессиональной или непрофессиональной основе.

В качестве субъектов безопасности выступают государственные системы, органы безопасности, специалисты в области безопасности, коммерческие и общественные структуры, занимающиеся данной деятельностью, любые граждане, пекущиеся о личной безопасности.

Содержание деятельности по обеспечению безопасности, в том числе не только непосредственной практической работы в этой области, но и

разработки теории вопроса, научных исследований, составляет предмет безопасности.

Цели обеспечения безопасности сложны. Во–первых, это превентивное снижение уровня вызовов и угроз. Во–вторых, в случае, когда угрозы реализуются в виде чрезвычайных событий и возникших как их следствие чрезвычайных ситуаций, это защита для снижения потерь и ущерба природных объектов, людей и материальных ценностей от поражающих (возмущающих) факторов, ликвидация возникших негативных последствий и чрезвычайных ситуаций в целом. В обобщенном виде **цель обеспечения безопасности может быть сформулирована как стремление обеспечить устойчивость, стабильность, живучесть объектов безопасности, сохранить возможность удовлетворения их потребностей, в том числе жизненно важных, соблюсти их интересы.**

Управление, в широком понимании этого термина, непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия субъекта (органа управления) на объект (производственный процесс, человека, предприятие, государство) для достижения оптимальных результатов при наименьших затратах времени и ресурсов.

Управление представляет собой такую организацию того или иного процесса, которая обеспечивает достижение поставленных целей.

Управление – это процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь целей организации. Суть управления состоит в оптимальном использовании ресурсов (земли, труда, капитала) для достижения поставленных целей.

Управление техносферной безопасностью это непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия органа управления на объект **для оптимального преобразования ресурсов** в требуемый уровень техносферной безопасности.

Управление техносферной безопасностью это непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия органа управления на

объект **с целью противостоять негативным факторам** техносферных опасностей.

Управление техносферной безопасностью – составная часть общей системы управления.

Управление техносферной безопасностью – это планомерный непрерывный процесс:

- поступления и анализа информации о состоянии техносферной безопасности объекта (объект управления),
- подготовки, принятия и реализации управленческих решений по осуществлению мероприятий, направленных на обеспечение требуемого уровня техносферной безопасности.

1.4.2. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

Принципы управления относятся к числу важнейших категорий управления. Под ними понимают основные фундаментальные идеи, представления об управленческой деятельности, вытекающие непосредственно из законов и закономерностей управления.

Таким образом, принципы управления отражают объективную реальность, существующую вне и независимо от сознания человека, иначе говоря, они объективны. Вместе с тем, каждый из принципов — это идея, то есть субъективная конструкция, субъективное построение, которое мысленно совершает каждый руководитель на уровне его познаний общей и профессиональной культуры. Так как принципы принадлежат субъекту, то они имеют субъектный характер. Чем больше отражение принципа в сознании человека приближается к закону, тем точнее знание, тем эффективнее деятельность руководителя в сфере управления.

Классификация принципов управления:

- **научность** (этот принцип требует построения системы управления и ее деятельности на строго научных основаниях);

- **системность и комплексность** (этот принцип требует одновременно и комплексного, и системного подходов к управлению. Системность означает необходимость использования элементов теории больших систем, системного анализа в каждом управленческом решении. Комплексность в управлении означает необходимость всестороннего охвата всей управляемой системы, учета всех сторон, всех направлений, всех свойств);
- **единоначалие и коллегиальность** (любое принимаемое решение должно разрабатываться коллегиально (или коллективно). Это означает всесторонность (комплексность) его разработки, учет мнений многих специалистов по различным вопросам. Принятое коллегиально (коллективно) решение проводится в жизнь под персональную ответственность руководителя фирмы (совета директоров, акционеров и т. д.));
- **демократический централизм** (этот принцип является одним из важнейших и означает необходимость разумного, рационального сочетания централизованного и) децентрализованного начал в управлении. На уровне государства это соотношение между центром и регионами, на уровне предприятия—соотношение прав и ответственности между руководителем и коллективом;
- **сочетание отраслевого и территориального подхода в управлении** (развитие общества тесно связано с прогрессом отраслевого и территориального управления. Отраслевое управление характеризует необходимость углубления специализаций, повышения концентрации производства. Территориальное же управление исходит из других целевых установок).

1.4.3. ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Изучение процесса управления с точки зрения его функций позволяет установить объемы работ по каждой из функций, определить потребность в ресурсах и в итоге сформировать структуру и организацию системы управления.

Каждая управленческая функция наполнена характерным для нее объемом и содержанием работ и имеет специфическую структуру, в рамках которой она реализуется.

Функция управления подчиняется логическому алгоритму, четкой последовательности регламентированных действий. **Функции управления весьма многогранны: организация, планирование (прогнозирование, моделирование, программирование), координация, мотивация, контроль и учет выполнения поставленных задач.**

Функции управления					
▼	▼	▼	▼	▼	▼
Организация	Планирование	Координация	Регулирование	Мотивация	Контроль и учет

Организация – функция управления, направленная на создание необходимых условий для достижения целей.

Основные задачи организации: сформирование структуры организации и обеспечение ее деятельности финансами, оборудованием, сырьем, материалами и трудовыми ресурсами.

Основной показатель высокой организации управления – ее быстрая реакция на изменения внешней среды.

Организация как функция управления обеспечивает упорядочение технической, экономической, социально–психологической и правовой сторон деятельности управляемой системы на всех ее иерархических уровнях.

В общем случае задачу организации управления на любом уровне можно определить как обеспечение перехода из имеющегося состояния в желаемое.

Планирование является важнейшим этапом процесса управления, определяющим цели (предприятия, коллектива, личности), наиболее эффективные методы и средства, необходимые для достижения этих целей, и систему показателей, определяющих ход работ по достижению поставленных задач.

Наиболее ответственной задачей планирования является прогнозирование.

Планирование на современном предприятии осуществляется, в несколько **этапов:**

1–й этап – определение целей и комплекса задач, которые необходимо решить для достижения этих целей.

2–й этап – провести тщательный анализ номенклатуры выпускаемых предприятием изделий, внести необходимые корректировки в номенклатурный план, определить готовность производства к освоению новых изделий.

3–й этап – принять решения об освоении новых или усовершенствовании старых задач и программ.

В результате планирования определяются задачи, которые нужно решать для наиболее эффективного функционирования предприятия.

Мотивация – комплекс мероприятий по стимулированию деятельности человека или коллектива, направленный на достижение индивидуальных или общих целей организации.

Процесс управления протекает в условиях постоянно изменяющейся внешней среды и характеризуется различной степенью неопределенности. Достигло ли управляющее воздействие поставленных целей? Нуждаются ли управленческие решения в корректировке? На эти вопросы дает ответ ***контроль***, который осуществляется в системе управления с помощью обратных связей и обеспечивает количественную и качественную оценку труда и учет результатов деятельности организации. Современная теория

управления выработала четкие требования к контролю: он должен быть оперативным, гласным и объективным.

Сейчас широко применяются ***аудиторские*** проверки. Аудит является объективным и действенным методом контроля, так как имеет возможность дать общую, развернутую картину состояния дел.

1.4.4. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Методы управления классифицируются на несколько групп:

- **Организационно–правовые методы** определяют основные границы работы: направление деятельности фирмы, ее организационно–правовую форму, условия функционирования, структуру организации, а также регламентируют права и ответственность персонала и многое другое.
- **Административные методы управления** предполагают, что вся деятельность организации основывается на жестком подчинении работников и на их беспрекословном выполнении указаний, зачастую основанном на принуждении. Данная группа методов применяется, если велик вес традиций, в соответствии с которыми может быть принято только однозначное решение, если слишком узок выбор возможных альтернатив или если подавляется инициатива подчиненных.
- **Экономические методы** основаны на материальной заинтересованности работников и позволяют активизировать их деятельность. Данная группа методов в совокупности с административными может привести к высоким результатам. Это связано с тем, что наряду с дисциплинированностью и ответственностью за принимаемые решения на предприятии стимулируется инициативность работников, и, как следствие, повышается эффективность организации. В результате предприятие

получает дополнительную прибыль за счет снижения издержек, из которой выплачиваются премии участникам работ или всем сотрудникам.

- **Социально–экономические методы** являются более эффективными, чем административные и экономические, что может быть связано с тем, что материальное вознаграждение удовлетворяет основные потребности работника и у него возникают потребности более высокого порядка (по теории мотивации Маслоу). Кроме того, применение данной группы методов может не оказывать весомого влияния на творческих личностей, занятых интеллектуальным трудом.
- **Социально–психологические методы** подразделяются на два вида воздействия: создание благоприятного морально–психологического климата в коллективе и уважительных (доверительных) отношений между руководителем и подчиненными; предоставление возможности развития и реализации личных способностей работников, что в результате приведет к повышению удовлетворенности и, как следствие, эффективности работы сотрудников и предприятия в целом.

1.4.5. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Система обеспечения техносферной безопасности является комплексной и включает следующие функциональные системы:

<table>
<tr><th>Система охраны здоровья и обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения</th><th>Система охраны труда</th><th>Система обеспечения экологической и промышленной безопасности</th><th>Система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС)</th><th>Система гражданской обороны</th></tr>
<tr><td>Управляет Минздрава России и Роспотребнадзор</td><td>Управляет Минтруд России</td><td>Управляет Минприроды России и Ростехнадзора</td><td>Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности Пред министр МЧС</td><td>Управляет Правительство РФ</td></tr>
<tr><td>ФЗ № 323 (2011) «Об основах охраны здоровья граждан в РФ»</td><td rowspan="2">Трудовой кодекс РФ ТК РФ 2001</td><td>ФЗ № 7 (2002) «Об охране окружающей среды»</td><td rowspan="2">ФЗ № 68 (1994) «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»</td><td rowspan="2">ФЗ № 28 «О Гражданской обороне»</td></tr>
<tr><td>ФЗ № 52 (1999) «О санитарно-эпидемиологичес-ком благополучии населения»</td><td>ФЗ 116 (1997) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»</td></tr>
</table>

Минздрав России – Министерство здравоохранения РФ

- Департамент охраны здоровья и санитарно–эпидемиологического благополучия человека;
- Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения;
- Федеральное медико–биологическое агентство.

Министр здравоохранения осуществляет руководство Всероссийской службой медицины катастроф (положение о Минздраве пункт 10.19), подчинен «Всероссийский центр медицины катастроф «Защита».

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)

Минтруд России – Министерство труда и социальной защиты РФ

- Департамент условий и охраны труда;

- Федеральная служба по труду и занятости (Роструд);
- Фонд социального страхования Российской Федерации (ФСС).

Минприроды России – Министерство природных ресурсов и экологии

- Департамент государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды;
- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования;
- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

МЧС России – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

- Департамент пожарно–спасательных сил, специальной пожарной охраны и сил гражданской обороны;
- Департамент гражданской защиты (участвует в разработке, а также экспертизе и апробировании учебных программ и учебно–методической литературы, применяемых для обучения студентов по дисциплине «БЖД»);
- Спасательные воинские формирования МЧС России.

Ростехнадзор – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.

1.4.6. УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Система управления промышленной безопасностью - комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях:

- предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах,
- локализации и ликвидации последствий таких аварий.

Органы, осуществляющие контроль и надзор в области промышленной безопасности

- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);
- Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России);
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов

<table>
<tr><th colspan="2">Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</th></tr>
<tr><td colspan="2">1.Лицензирование видов деятельность в области промышленной безопасности</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.Сертификация технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.Обеспечение промышленной безопасности при проектировании, строительстве и приемке в эксплуатацию опасного производственного объекта</td></tr>
<tr><td>3.1. Идентификация опасных производственных объектов.
Методические рекомендации по идентификации опасных производственных объектов. РД 03–260–99</td><td>3.2. Регистрация объекта в государственном реестре
опасных производственных объектов.
Положение о регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных
объектов и ведении государственного реестра. РД 03–
294–99</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Мероприятия по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов</td></tr>
<tr><td>3.3. Декларирование промышленной безопасности. Разработка декларации промышленной безопасности РД 03–315–99. РД 08–120–96</td><td>3.4. Экспертиза промышленной безопасности.
Правила экспертизы декларации промышленной безопасности ПБ 03–314–99</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.5. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта ФЗ № 116–ФЗ</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации ОПО</td></tr>
<tr><td>4.1. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте. Утверждены постановлением Правительства РФ 10.03.99 № 263</td><td>4.2. Техническое расследование причин аварии</td></tr>
<tr><td colspan="2">4.3. Обеспечение готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Федеральный надзор в области промышленной безопасности</td></tr>
</table>

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что такое техносфера? Какие подсистемы – субсферы выделяются в ее составе?
2. Что такое техносферные опасности? Какие они бывают?
3. Что такое ноксология? Назовите принципы ноксологии.
4. Назовите основные потоки опасностей.
5. Что такое толерантность и какие бывают виды воздействия потоков на человека?
6. Что такое поле опасностей? Какие опасности входят в первый круг опасностей?
7. Какие свойства опасностей положены в основы их классификации?
8. Что такое паспорт опасностей? По каким признакам он составляется?
9. Приведите классификацию ЧС по масштабам проявления.
10. Какие параметры оцениваются при
11. ЧС локального, муниципального и регионального характера?

12.Что такое иерархия потребностей, по А. Маслоу?

13. Какие среды обитания окружают человека?

14.Назовите и охарактеризуйте виды техногенного загрязнения.

15. Какие вы знаете классы опасностей отходов?

16. Что такое санитарно – защитные зоны и какие они бывают?

Глава 2

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Введение в 2016 году федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) и утверждение первых профессиональных стандартов способствовали повышению результативности деятельности выпускающих кафедр Уральского горного университета по диверсификации образовательных программ бакалавриата и магистратуры путем обеспечения многообразия содержания, совмещения теоретических знаний с практическим обучением, использования различных образовательных технологий, направленных на создание оптимальных условий для удовлетворения потребностей работодателей и ожидания общества.

2.1. ОБЛАСТИ, ОБЪЕКТЫ И ВИДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ

Областями профессиональной деятельности бакалавра по направлению «Техносферная безопасность» являются: обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизация техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью;
- опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека;
- опасности среды обитания, связанные с опасными природными явлениями;
- опасные техногенные процессы и производства;
- нормативные правовые акты по вопросам обеспечения безопасности;
- методы и средства оценки техногенных и природных опасностей и риска их реализации;
- методы и средства защиты человека и среды обитания от техногенных и природных опасностей;
- правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- методы, средства спасения человека.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- проектно – конструкторская;
- сервисно – эксплуатационная;
- организационно – управленческая;
- экспертная, надзорная и инспекционно – аудиторская;
- научно – исследовательская.

При разработке и реализации программы бакалавриата организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно–исследовательских и материально–технических ресурсов организации.

Программа бакалавриата формируется организацией в зависимости от видов учебной деятельности и требований к результатам освоения образовательной программы:

- ориентированной на научно–исследовательский и (или) педагогический вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее – программа академического бакалавриата);
- ориентированной на практико–ориентированный, прикладной вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее – программа прикладного бакалавриата).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

1) проектно–конструкторская деятельность:

– участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами обеспечения безопасности человека и защиты окружающей среды, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности;

– идентификация источников опасностей в окружающей среде, рабочей зоне, на производственном предприятии, определение уровней опасностей;

– определение зон повышенного техногенного риска;

– подготовка проектно–конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением систем автоматического проектирования (САПР);

– участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований

инвестиций и проектов;

– участие в разработке средств спасения и организационно–технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

2) сервисно–эксплуатационная деятельность:

– эксплуатация средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей;

– проведение контроля состояния средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей;

– эксплуатация средств контроля безопасности;

– выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания, ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям;

– составление инструкций безопасности;

– ремонт и обслуживание средств защиты от опасностей;

– выбор и эксплуатация средств контроля безопасности;

– выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям
служащих;

3) организационно–управленческая деятельность:

– обучение рабочих и служащих требованиям безопасности;

– организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях;

– участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия;

– участие в организационно–технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

– осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности;

– обучение рабочих и служащих требованиям безопасности;

4) экспертная, надзорная и инспекционно–аудиторская деятельность:

– выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания;

– участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы;

– определение зон повышенного техногенного риска.

д) научно–исследовательская деятельность:

– участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;

– комплексный анализ опасностей техносферы;

– участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты;

– подготовка и оформление отчетов по научно–исследовательским работам.

2.2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Структура программы бакалавриата включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую вузом (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программ бакалавриата, имеющих различную направленность (профиль) образования в рамках одного направления подготовки.

Программа бакалавриата состоит из следующих блоков:

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2 «Практики», который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденном Министерством образования и науки Российской Федерации.

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы бакалавриата и практики, определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы бакалавриата и практик, ВУЗ определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

В **Блок 2 «Практики»** могут входить учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Тип учебной практики:

- **практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.**

Способы проведения учебной практики:

- стационарная;
- выездная.

Типы производственной практики:

- **практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;**
- технологическая практика;
- педагогическая практика;
- научно – исследовательская работа.

Способы проведения производственной (педагогической) практики:

- стационарная;
- выездная;

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ бакалавриата вуз выбирает типы практик в зависимости от вида (видов) деятельности, на которой (которые) ориентирована программа бакалавриата. Вуз вправе предусмотреть в

программе бакалавриата иные типы практик дополнительно к установленным настоящим ФГОС ВО.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации.

Выбор мест прохождения практик для лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требований по доступности.

В **Блок 3 «Государственная итоговая аттестация**» входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка и сдача государственного экзамена (если вуз включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору, в том числе специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья, в объеме не менее 30 процентов объема вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа в целом по Блокам 1 и 2 «Дисциплины (модули)» должно составлять не более 50 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию данного Блока.

2.3. ПРОФИЛИ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Бакалавры по направлению «Техносферная безопасность» должны быть готовы к решению следующих **профессиональных задач**:

- Заниматься исследовательской, проектной, организационно – управленческой, производственно – технологической деятельностью в сфере систем защиты человека и территорий, обеспечения устойчивости

объектов на родного хозяйства в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и ликвидации техногенных аварий и стихийных бедствий, а также методов и средств защиты человека, объектов экономики и среды обитания от опасностей и вредного воздействия последствий ЧС.

- Осуществлять контроль за соблюдением на предприятии действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды (ОС).
- Осуществлять контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда работниками предприятия, совершенствовать профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и улучшению условий труда.
- Осуществлять планирование пожарно – профилактической работы на предприятии.
- Анализировать состояние пожарной безопасности объектов, технологических процессов, технологического оборудования, продукции и материально – технических ресурсов предприятий.
- Разрабатывать мероприятия, направленные на усиление противопожарной защиты и предупреждения пожаров.

Соответственно в Российских вузах ***подготовка бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» ведется по следующим профилям:***

№	Наименование профиля
01	Безопасность жизнедеятельности в техносфере
02	Безопасность технологических процессов и производств
03	Пожарная безопасность
04	Защита в чрезвычайных ситуациях
05	Безопасность труда
06	Инженерная защита окружающей среды
07	Охрана природной среды и ресурсосбережение
08	Радиационная и электромагнитная безопасность

Всего в России 224 вуза, готовящих бакалавров по направлению «Техносферная безопасность», занимающему 47–ое место в рейтинге специальностей.

В Уральском государственном горном университете (УГГУ) подготовка бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» осуществляется по четырем профилям:

- Безопасность горного производства;
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Инженерная защита окружающей среды.

Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ ведет подготовку бакалавров по двум направлениям «Защита в чрезвычайных ситуациях» и «Пожарная безопасность».

Кафедра располагает материально – технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебной, практической и научно – исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Студенты в течение всего периода обучения обеспечены индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно – библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно – образовательной среде организации. Электронно – библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно – образовательная среду УГГУ имеет возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории вуза, так и вне ее, в случае перехода на режим дистанционного обучения.

Специальные помещения кафедры представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно–наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие учебным программам дисциплин.

Перечень материально–технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени его сложности.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно–образовательную среду организации.

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Библиотечный фонд УГГУ укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 10 – 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин.

Для совершенствования процесса обучения будущих специалистов в области техносферной безопасности на выпускающей кафедре наряду с традиционными используются технологии, которые учат студентов работать с большим количеством информационного материала (вести поток информации в различных данных, сортировать его, выделять главное, пользоваться знаниями для решения конкретных задач). Одним из таких методов является **метод анализа конкретных ситуаций**, возникающих на

предприятиях или на территориях, когда необходимо решать профессиональные задачи техносферной безопасности.

Метод case – study или конкретных ситуаций (от английского case – случай, ситуация) – метод активного проблемно – ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций. Соответственно, решить кейс – это значит проанализировать предложенную ситуацию и найти оптимальное решение. На сегодняшний день данный метод получил широкое распространение в образовании, став одним из самых эффективных технологий обучения. Его основными преимуществами являются:

- Практическая направленность. Это решает сразу две актуальных проблемы обучения в высших учебных заведениях. Кейс – метод тренирует студентов применять теоретические знания на практике и подготавливает к решению нестандартных задач с оригинальным способом решения.
- Интерактивный формат. Кейс – метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых.
- Приобретение гибких навыков. Гибкие навыки (англ. soft skills) – комплекс неспециализированных, важных для карьеры надпрофессиональных навыков, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе, высокую производительность и являются сквозными, то есть не связаны с конкретной предметной областью.

Первым этапом кейс – методов является внеаудиторная подготовка студентов: изучение рекомендованного преподавателем теоретического материала, нормативно – правовых документов, необходимых как для решения кейса, так и для будущей профессии в целом. Затем происходит обсуждение с преподавателем тем, вызвавших затруднение.

Вторым этапом является непосредственное решение ситуационной задачи из кейса, связанной, например, с пожарной безопасностью. В ходе

данного этапа студенты, разделившись на команды, ищут оптимальное решение, применяя знания, полученные в ходе обучения, и пытаются его обосновать.

Заключительный этап – представление предлагаемого решения и подведение преподавателем итогов работы группы с кейсом.

Сегодня в Российской Федерации наблюдается настоящим бум в связи со строительством разнообразных торговых, торгово – развлекательных центров с массовым пребыванием людей.

Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяются организацией – проектировщиком. В связи с этим студентам, обучающимся по профилю «Пожарная безопасность», может быть предложен к решению кейс, связанный с разработкой системы обеспечения пожарной безопасности в торговых центрах:

Найти оптимальное решение для обеспечения пожарной безопасности в любом существующем многоэтажном торговом центре с заданной планировкой и материалами конструкций с помощью осуществления подбора видов пожарных извещателей для помещений торгового центра, автоматических установок пожаротушения, определяемых в зависимости от вида материала, объемно – планировочных решений здания.

В ходе решения данного кейса студентам пригодятся знания нормативно – правовой базы, регулирующей обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений, видов пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения, их различий и преимуществ, а также понятие о классах горючести материалов. Также обучающиеся ознакомятся с рынком существующих средств пожаротушения. Таким образом, студенты получат опыт реализации теоретических знаний на практике.

Применение кейс – технологии в образовательной деятельности обеспечивает развитие компетентности будущих кадров. Данный метод успешно применяется на выпускающей кафедре при подготовке

специалистов в области пожарной безопасности, промышленной безопасности, защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях.

2.4. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ БАКАЛАВРОВ ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Понятие «**профессиональные компетенции**» определяется как «способность применять знание, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области». Они основываются на комплексе знаний, умений, навыков, опыта, но не являются их совокупностью, так как предусматривают способность человека к самообучению, креативному мышлению, ориентации в нестандартных и проблемных вопросах, изменению вида своей деятельности в соответствии с изменяющимися потребностями общества и рынка труда. Компетентным является человек, способный к восприятию изменений и адаптации к ним на основе имеющихся знаний, кругозора и готовности к самообучению и самосовершенствованию.

Формирование профессиональной компетенции по обеспечению безопасности включает в себя комплекс знаний по техническим, правовым, медицинским, психологическим вопросам, физическим и иным средствам обеспечения безопасности, а также обучение необходимым умениям и навыкам по профилактике и преодолению опасных ситуаций. Соответствующая структура представлена на рис. 5. Она определяется интеллектуальной, мировоззренческой, волевой, коммуникативной, психологической подготовкой и самоконтролем.

Мировоззренческая подготовка формирует систему обобщенных понятий о причинах возникновения опасных ситуаций, о взаимосвязи внутренних и внешних факторов возникновения вредности и опасности, о соотношении вредных и опасных факторов в жизни человека, о роли личности в преодолении и предупреждении опасных ситуаций и т.д.



Рис.5. Структура формирования компетенций по обеспечению техносферной безопасности

Интеллектуальная подготовка формирует умение решать неординарные проблемы по защите от опасностей в конкретных условиях.

Умение сформулировать вопрос о причинах возникновения опасности, решить поставленную задачу и разработать нетрадиционное решение в неожиданной ситуации, в первую очередь, основано на интеллектуальном потенциале личности. При возникновении опасной ситуации необходимо проявлять дальновидность, проницательность и предусмотрительность.

Интеллектуальная подготовка основывается на опыте, формирующемся при анализе причин несчастных случаев, изучении ошибок жертв несчастных случаев, прогнозировании действий людей в экстремальных ситуациях и т.п.

Коммуникативная подготовка является средством воспитания готовности к предупреждению и преодолению опасных ситуаций. Она формирует мотивацию к успешному общению с окружающими людьми, готовность к конструктивному диалогу и разрешению противоречий с коллегами. Склонность к манипулированию другими людьми, конфликтность, стремление к решению собственных проблем за счет окружающих людей понижают общий уровень безопасности.

Волевая подготовка к предупреждению и преодолению опасных ситуаций предполагает формирование готовности к волевому усилию, преодолению препятствий, трудностей, обусловленных внешними факторами: страхом, усталостью, нежеланием делать что–то.

Психологическая подготовка является этапом формирования готовности к рациональному поведению в трудных и экстремальных ситуациях. Трудная ситуация характеризуется расхождением между реальными возможностями человека и целью его деятельности. Опыт преодоления таких ситуаций воспитывает уверенность в собственных силах и готовность к самосовершенствованию с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности. Одним из эффективных методов психологической подготовки являются деловые игры, в которых отсутствует реальная опасность, хотя условно присутствует ее источник.

Для формирования **самоконтроля** в опасных ситуациях необходимо производить систематический внешний контроль.

Целесообразным является специальное обучение людей поведению в опасных ситуациях, при котором имитируются основные виды и источники опасности, существующие в реальности.

Основными компонентами воспитания компетенций в области безопасности являются следующие методы (см. рис.5).

Догматический основывается на обучающем воздействии при помощи слов, жестов, наглядных и других средств. Однако при таком подходе

выводы и оценки воспринимают в готовом виде, без обоснования и объяснения.

Объяснительный основан на представлении обучаемому информации о вредностях и опасностях, правилах и нормах безопасного поведения. Это помогает понять причины возникновения опасностей, взаимосвязи внешних источников опасностей, влияние собственного поведения на уровень личной безопасности.

Репродуктивный основан на организации воспроизводящей деятельности и заключается в применении формируемых умений и навыков в различных ситуациях.

Поисковый предполагает совместное решение практических, коммуникативных и других проблем, которые влияют на уровень личной безопасности.

Творческий направлен на обучение самостоятельному решению разнообразных проблем обеспечения безопасности человека.

Эвристический предполагает максимально возможный уровень самостоятельности и творчества людей в процессе формирования культуры личной безопасности.

Методы и средства формируют системы знаний об обеспечении безопасной деятельности в процессе воспитания и обучения на протяжении всего жизненного цикла человека, которые включают в себя общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**:

- владением компетенциями сохранения здоровья (знание и соблюдение норм здорового образа жизни и физической культуры) (ОК–1);
- владением компетенциями ценностно–смысловой ориентации (понимание ценности культуры, науки, производства, рационального потребления) (ОК–2);

- владением компетенциями гражданственности (знание и соблюдение прав и обязанностей гражданина, свободы и ответственности) (ОК–3);
- владением компетенциями самосовершенствования (сознание необходимости, потребность и способность учиться) (ОК–4);
- владением компетенциями социального взаимодействия: способностью использования эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовностью к сотрудничеству, расовой, национальный, религиозной терпимости, умением погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью (ОК–5);
- способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей и готовностью к использованию инновационных идей (ОК–6);
- владением культурой безопасности и риск–ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК–7);
- способностью работать самостоятельно (ОК–8);
- способностью принимать решения в пределах своих полномочий (ОК–9);
- способностью к познавательной деятельности (ОК–10);
- способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК–11);
- способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций,

способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК–12);

- владением письменной и устной речью на русском языке, способностью использовать профессионально–ориентированную риторику, владение методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков (ОК–13);
- способностью использовать организационно–управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности (ОК–14);
- готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК–15).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

- ✓ способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК–1);
- ✓ способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности (ОПК–2);
- ✓ способностью ориентироваться в основных нормативно–правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК–3);
- ✓ способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды (ОПК–4);
- ✓ готовностью к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе (ОПК–5).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими виду (видам)

профессиональной деятельности, на которой (которые) ориентирована программа бакалавриата:

проектно–конструкторская деятельность:

- способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива (ПК–1);
- способностью разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК–2);
- способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники (ПК–3);
- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности (ПК–4);

сервисно–эксплуатационная деятельность:

- способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей (ПК–5);
- способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты (ПК–6);
- способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты (ПК–7);
- способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (ПК–8).

организационно – управленческая деятельность:

- готовностью использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК–9);

- способностью использовать знания организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях (ПК–10);
- способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды (ПК–11);
- способностью применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты (ПК–12).

экспертная, надзорная и инспекционно–аудиторская деятельность:

- способностью определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду (ПК–14);
- способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации (ПК–15);
- способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов (ПК–16);
- способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска (ПК–17);
- готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации (ПК–18).

научно–исследовательская деятельность:

- способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК–19);

- способностью принимать участие в научно–исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные (ПК–20);
- способностью решать задачи профессиональной деятельности в составе научно–исследовательского коллектива (ПК–21);
- способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ПК–22);
- способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ПК–23).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назовите объекты и виды профессиональной деятельности бакалавров?
2. Какие вы знаете профили подготовки бакалавров по техносферной безопасности?
3. Что такое «Профессиональная компетенция»?
4. Как вы можете охарактеризовать структуру формирования компетенций по обеспечению техносферной безопасности?
5. Какие бывают методы воспитания компетенций?
6. К каким компетенциям относится способность работать самостоятельно?
7. К каким компетенциям относится способность использовать организационно–управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности?
8. К каким компетенциям относится готовность бакалавра к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе?

9. К каким компетенциям относится способность бакалавра оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники?
10. К каким компетенциям относится способность бакалавра использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях?

Глава 3

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

3.1. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ.

Профессиональные стандарты – это характеристика квалификации, которая необходима работнику для того, чтобы он мог работать в определенной профессии. Данное понятие включает в себя требования к знаниям, навыкам и умениям, а также опыту работы.

С 1 июля 2016 г. работодатели обязаны применять профессиональные стандарты, если требования к квалификации установлены Трудовым кодексом, Федеральными законами или иными нормативно–правовыми актами. Для остальных работников профессиональные стандарты носят рекомендательный характер.

Профессиональные стандарты, или **профстандарты** разработаны для системной модернизации квалификационных требований специалистов, работающих в различных областях профессиональной деятельности, увеличения числа высококвалифицированных работников, созданий условий для внедрения новых технологий, роста производительности труда, повышения конкурентоспособности работников на рынке труда.

Профстандарт может быть ориентирован для работодателя при определении наименования должностей и специальностей, трудовых функций работников. В профстандарте указаны требования к образованию специалиста, выполняющего определенную трудовую функцию, необходимое основное и дополнительное образование.

Все это может быть полезно и работодателю, и работнику. Работодателю удобно подбирать сотрудников в зависимости от своих бизнес–процессов, ставить им задачи, планировать развитие и обучение персонала. Работник может увидеть, соответствует ли он квалификационным требованиям, насколько он востребован на рынке труда. Он понимает, может ли рассчитывать на повышение по службе, прибавку к зарплате. С помощью профстандарта он может спланировать свою карьеру у одного работодателя или перейти к другому. Он понимает, чему еще нужно обучиться, чтобы быть успешным.

Обязательность применения требований профессиональных стандартов установлена для случаев, предусмотренных статьями 57 и 195.3 ТК РФ, и не зависит от формы собственности организации или статуса работодателя. Что касается государственных и муниципальных организаций, то учитывая важность внедрения профессиональных стандартов для повышения производительности труда, обеспечения качества выполняемых работ (услуг), данным организациям следует провести анализ профессиональных компетенций работников на соответствие профессиональным стандартам, при необходимости составить план подготовки работников и дополнительного профессионального образования работников в рамках бюджета на соответствующий год.

Для остальных работодателей, если законодательством отдельно не установлены дополнительные требования к квалификации сотрудников, применение профстандартов остается рекомендуемым.

С 1 июля 2016 г. соблюдать профстандарты обязаны будут все работодатели, для работников которых законами или нормативными правовыми актами установлены специальные требования. Для государственных внебюджетных фондов, государственных и муниципальных учреждений, унитарных предприятий, а также государственных корпораций, компаний и хозяйственных обществ, у которых более 50 % акций (долей) в уставном капитале находится в государственной или муниципальной

собственности, особенности применения профстандартов установит Правительство РФ.

Работодатель применяет профессиональные стандарты для определения потребности в работниках с определенным уровнем квалификации, правильного подбора и расстановки кадров, рационального разделения и организации труда, разграничения функций, полномочий и ответственности между категориями работников, определения трудовых обязанностей работников с учетом особенностей применяемых технологий, организации подготовки (профессиональное образование и профессиональное обучение) и дополнительного профессионального образования работников, организации труда, установления систем оплаты труда.

К настоящему времени Министерством труда и социальной защиты РФ разработано немногим более 1000 профстандартов. В тех сферах деятельности, где должен быть, но пока отсутствуют профессиональные стандарты, руководствуются существующими Едиными квалификационными справочниками должностей руководителей, специалистов и служащих. Они также содержат квалификационные характеристики должностей перечисленных работников. Так пока действуют «Квалификационные характеристики работников, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности людей на водных объектах и объектах введения горных работ в подземных условиях» (Приказ Минтруда России от 03.12.2013 №707н).

3.2. СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Профессиональные стандарты специалистов разных профилей имеют сходную структуру. Любой профстандарт должен быть утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации и иметь

регистрационный номер. **Первый раздел профстандарта** носит название «Общие сведения». В этом разделе расписывается основная цель вида профессиональной деятельности и группа занятий.

Во втором разделе дается описание трудовых функций, входящих в профстандарты, или функциональной карты вида профессиональной деятельности. Кроме наименования Трудовой функции обязательно указывается уровень (подуровень) квалификации. По новой квалификации уровней квалификаций высшее образование – бакалавриат соответствует 6 уровню, магистратура – 7 уровню.

В третьем разделе приводится характеристика обобщенных трудовых функций. Кроме наименования отмечается происхождение трудовой функции, указываются возможные наименования должностей и требования к уровню образования, требования к опыту практической работы, а также перечень необходимых умений и знаний.

И, наконец, **в четвертом разделе** приводятся сведения об организациях – разработчиках профстандартов. Указывается отдельно ответственная организация – разработчик и несколько рядовых организаций – разработчиков.

В конкретных организациях, на предприятиях на основе существующих профессиональных стандартов в соответствии с положениями Трудового кодекса РФ разрабатываются **должностные инструкции** по имеющимся в организации, на предприятии профессиям. **В Приложении №1** в качестве примера приводится должностная инструкция Инженера по промышленной безопасности.

3.3. ДОЛЖНОСТНЫЕ ИНСТРУКЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЕДИНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ СПРАВОЧНИКАМ

Специалист гражданской обороны

Должностные обязанности. Разрабатывает нормативные методические и организационные документы по вопросам гражданской обороны. Осуществляет анализ состояния гражданской обороны и подготовку ежегодного доклада о состоянии гражданской обороны осуществляет выбор способов или логических приемов для обоснования принимаемых решений. Участвует в разработке и проведении организационно–технических мероприятий по гражданской обороне, проведение учений по гражданской обороне. Разрабатывает порядок организации и ведения гражданской обороны в организации. Организует сбор и обмен информацией в области гражданской обороны. Распространяет и внедряет наиболее эффективные методы работы по пропаганде мероприятий гражданской обороны. Участвует в составлении документов об организации проведения мероприятий по гражданской обороне, разрабатывает планы гражданской обороны и защиты населения. Готовит предложения по совершенствованию работы по закрепленному направлению деятельности. Участвует в разработке и проведении мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования организации в чрезвычайных условиях и военное время.

Должен знать: Конституцию Российской Федерации; законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; методические и нормативные документы, касающиеся деятельности специалиста гражданской обороны; основы трудового законодательства; правила по охране труда и пожарной безопасности.

Требования к квалификации: *специалист гражданской обороны*: высшее профессиональное (техническое) образование бакалавра без предъявления требований к стажу работы или среднее профессиональное образование и стаж работы по направлению деятельности не менее 3 лет.

Специалист гражданской обороны II категории: высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы по направлению деятельности не менее 3 лет.

Специалист гражданской обороны I категории: высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы в должности специалиста гражданской обороны II категории не менее 3 лет.

Ведущий специалист гражданской обороны: высшее профессиональное образование бакалавра и стаж работы в должности специалиста гражданской обороны I категории не менее 3 лет.

Согласно Положению об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, утвержденному приказом МЧС от 23.05.2017 №230, в категорированных организациях количество освобожденных специалистов по ГО должно быть следующим:

Численность работников предприятия	**Количество специалистов по ГО и ЧС**
До 500	1
501–2 000	2–3
2 001–5 000	3–4
Свыше 5 001	5–6

Инженер по охране окружающей среды (эколог)

Должностная инструкция инженера по охране окружающей среды (эколог) относится к разделу *«Общеотраслевые квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждении и организациях».*

В должностной инструкции инженера по охране окружающей среды (эколог) должны быть отражены следующие пункты:

Должностные обязанности. Осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды, способствует снижению вредного влияния производственных факторов на жизнь и здоровье работников. Разрабатывает проекты перспективных и текущих планов по охране окружающей среды, контролирует их выполнение. Участвует в проведении экологической экспертизы технико–экономических обоснований, проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, разработке мероприятий по внедрению новой техники. Принимает участие в проведении научно–исследовательских и опытных работ по очистке промышленных сточных вод, предотвращению загрязнения окружающей среды, выбросов вредных веществ в атмосферу, уменьшению или полной ликвидации технологических отходов, рациональному использованию земельных и водных ресурсов. Осуществляет контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов, анализирует их работу, следит за соблюдением экологических стандартов и нормативов, за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия. Составляет технологические регламенты, графики аналитического контроля, паспорта, инструкции и другую техническую документацию. Участвует в проверке соответствия технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования. Составляет установленную отчетность о выполнении мероприятий по охране окружающей среды, принимает участие в работе комиссий по проведению экологической экспертизы деятельности предприятия.

Должен знать: экологическое законодательство; нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; системы экологических стандартов и нормативов; производственную и организационную структуру предприятия и

перспективы его развития; технологические процессы и режимы производства продукции предприятия; порядок проведения экологической экспертизы предплановых, предпроектных и проектных материалов; методы экологического мониторинга; средства контроля соответствия технического состояния оборудования предприятия требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования, действующие экологические стандарты и нормативы; передовой отечественный и зарубежный опыт в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; порядок учета и составления отчетности по охране окружающей среды; основы экономики, организации производства, труда и управления; средства вычислительной техники, коммуникаций и связи; правила и нормы охраны труда.

Требования к квалификации: *инженер по охране окружающей среды (эколог) I категории:* высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) II категории не менее 3 лет.

Инженер по охране окружающей среды (эколог) II категории: высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) не менее 3 лет.

Инженер по охране окружающей среды (эколог): высшее профессиональное образование без предъявления требований к стажу работы.

Инженер по охране окружающей среды (эколог) имеет право:

1. Вносить на рассмотрение руководства предложения:
   - по совершенствованию работы связанной с предусмотренными настоящей инструкцией обязанностями,
   - о поощрении подчиненных ему отличившихся работников,
   - о привлечении к материальной и дисциплинарной ответственности работников, нарушивших производственную и трудовую дисциплину.

2. Запрашивать от структурных подразделений и работников организации информацию, необходимую ему для выполнения своих должностных обязанностей.

3. Знакомиться с документами, определяющими его права и обязанности по занимаемой должности, критерии оценки качества исполнения должностных обязанностей.

4. Знакомиться с проектами решений руководства организации, касающимися его деятельности.

5. Требовать от руководства организации оказания содействия, в том числе обеспечения организационно–технических условий и оформления установленных документов, необходимых для исполнения должностных обязанностей.

6. Иные права, установленные действующим трудовым законодательством.

Инженер по охране окружающей среды (эколог) несет ответственность *в следующих случаях:*

1. За ненадлежащее исполнение или неисполнение своих должностных обязанностей, предусмотренных настоящей должностной инструкцией, – в пределах, установленных трудовым законодательством Российской Федерации.

2. За правонарушения, совершенные в процессе своей деятельности, – в пределах, установленных действующим административным, уголовным и гражданским законодательством Российской Федерации.

3. За причинение материального ущерба организации – в пределах, установленных действующим трудовым и гражданским законодательством Российской Федерации.

Инженер по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям

Должностные обязанности. Организует и контролирует разработку и исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организации. Разрабатывает организационно–распорядительную документацию по гражданской обороне и чрезвычайным

ситуациям (ГО и ЧС). Организует работу по поддержанию постоянной готовности технических систем управления, оповещения и связи пунктов управления системы ГО и ЧС. Организует проведение расчетно–аналитического анализа возможных чрезвычайных ситуаций в организации. Осуществляет сбор, обработку и проверку данных по подготовке персонала к действиям в условиях военного времени и чрезвычайных ситуаций и подготавливает их для отчета перед вышестоящими организациями. Организует обучение работников системы ГО и ЧС к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера мирного и военного времени. Осуществляет поиск организационно–методической документации по подготовке персонала к действиям в условиях военного времени и чрезвычайных ситуациях с целью ее практического использования в системе ГО и ЧС организации. Разрабатывает и корректирует план предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, план гражданской обороны организации и другие документы по вопросам ГО и ЧС. Прогнозирует возможную обстановку в организации при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и при применении современных средств поражения. Оказывает методическую помощь персоналу отделов (штабов) ГО и ЧС подразделений в организации обучения формирований ГО. Осуществляет контроль за содержанием классов ГО, использованием по назначению учебно–материальной базы ГО. Участвует в разработке, организации и осуществлении мероприятий по обеспечению постоянной готовности служб, эвакуационных органов и сил ГО и ЧС организации. Участвует в организации тренировок, учений, проводимых по планам работы системы ГО и ЧС. Участвует в работе комиссий по расследованию причин аварий, пожаров (при включении в состав комиссий). Участвует в работе комиссий по рассмотрению проектной документации на реконструкцию, расширение, строительство объектов, по приемке и вводу в эксплуатацию заводов, цехов, установок и оборудования (при включении в состав комиссии). Участвует в

организации накопления, хранения, обновления техники и имущества мобилизационного резерва, неприкосновенного запаса, оснащения формирований системы ГО и ЧС. Осуществляет контроль за содержанием фонда защитных сооружений ГО, пунктов управления системы ГО и ЧС в соответствии с требованиями нормативных документов. Работает в составе пункта управления системы ГО и ЧС. Проверяет соблюдение инструкций по эксплуатации и хранению средств связи, наличие и ведение документации по средствам связи и оповещения, наличие и срок действия схем оповещения в подразделениях. Выполняет требования правил по охране труда и пожарной безопасности, правил внутреннего трудового распорядка, требования режима секретности, сохранности служебной, коммерческой и государственной тайны, неразглашения сведений конфиденциального характера.

Должен знать: законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, методические и нормативные документы, регулирующие вопросы гражданской обороны, в том числе распорядительные акты руководителей соответствующих организаций; перечень возможных чрезвычайных ситуаций, причины возникновения, меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в подразделениях организации; планы гражданской обороны организации и требования по повышению устойчивости ее функционирования; организацию и методику подготовки руководящего состава, гражданских организаций системы ГО и ЧС, обучения работников; требования режима секретности, сохранности служебной, коммерческой и государственной тайны, неразглашения сведений конфиденциального характера; основы экономики, организации производства, труда и управления; основы трудового законодательства; правила по охране окружающей среды, ядерной и радиационной безопасности; правила по охране труда и пожарной безопасности; правила внутреннего трудового распорядка.

Требования к квалификации: *инженер по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям:* высшее профессиональное образование

(бакалавр) без предъявления требований к стажу работы, подготовка по специальной программе.

В образовательных организациях существуют отделы по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям (ГО и ЧС), возглавляемые специалистами по ГО и ЧС. Ниже приводится перечень задач, которые решает отдел ГО и ЧС Уральского государственного горного университета.

Задачи, которые решает отдел ГО и ЧС при Уральском государственном горном университете:

- отдел ГО и ЧС уполномочен решать задачи гражданской обороны задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Направления деятельности отдела ГО и ЧС:

- организация и проведение мероприятий по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- взаимодействие с органами ГО и ЧС, правоохранительными органами;
- мероприятия по противодействию терроризму.

Основные цели:

- обеспечение надежной защитой жизни и здоровья работников и студентов;
- обеспечение мобилизации и готовности к гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям.

Задачи:

- участие в разработке и осуществлении мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;
- организация взаимодействия отдела ГО и ЧС с единой дежурно–диспетчерской службой Управления безопасности, специальными службами города по ЧС, оперативными службами Главного управления МЧС России по Свердловской области;

- планирование, организация подготовки и обучения руководящего состава, сотрудников и обучающихся действиям в ЧС мирного и военного времени;
- разработка плана гражданской обороны и плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС, нормативных документов, их своевременная корректировка и контроль за выполнением;
- планирование и контроль выполнения мероприятий по гражданской обороне и по защите сотрудников и студентов от возложенных ЧС природного и техногенного характера;
- организация работы по пропаганде знаний во вопросам ГО и ЧС среди сотрудников и студентов, подготовка и проведение учений и тренировок по ГО и ЧС для сотрудников и студентов, инструктаж, обучение действиям при угрозе возникновения или в случае возникновения ЧС сотрудников и студентов, проведение совместных учений с отделом Главного управления МЧС России по Свердловской области.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое профессиональные стандарты?
2. С какого времени они вступили в силу?
3. Каким правительственным ведомством они разработаны?
4. Какими еще нормативными документами руководствуются работодатели при приеме на работу?
5. Какова структура профессиональных стандартов?
6. Каковы должностные обязанности специалиста по гражданской обороне?
7. Что должен знать и уметь специалист по ГО и ЧС в учебных заведениях?
8. Какому уровню квалификации соответствует образование бакалавра?

9. Что такое должностная инструкция и кто ее разрабатывает?
10. Для чего используются профессиональные стандарты?

Глава 4

ТРУДОУСТРОЙСТВО ВЫПУСКНИКОВ НА РАБОТУ

Сравнительный анализ трудоустройства выпускников в зависимости от полученной профессии (специальности) показал, что в 2016 г. выпускники периода 2010–2011 гг. с высшим образованием (ВО) трудоустроились по таким специальностям, как «авиационная и ракетно–космическая техника» (97.7%), «автоматика и управление» (97.6%), «техносферная безопасность, природообустройство и защита окружающей среды» (97.5%) и «оружие и системы вооружения» (97.2%). Менее благополучная ситуация наблюдается у выпускников этого же периода с ВО, полученным в сфере обслуживания (86%), специалистам естественных наук (85.9%), специалистам по социальным наукам (82.5%).

Скорее всего, приведенные соотношения востребованности выпускников разных специальностей сохраняются и в будущем, а так как обеспечение безопасности деятельности человека является одной из его главных задач, то в востребованности выпускников направления «Техносферная безопасность» не приходится сомневаться.

В данной главе мы хотим познакомить своих студентов с теми проблемами и ситуациями, с которыми они столкнутся, когда они с дипломом бакалавров по техносферной безопасности приступят к своей трудовой деятельности.

4.1. ПЕРВЫЙ ШАГ ДЛЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА

С появления в 2016 г. профессиональных стандартов российский рынок труда стал испытывать голод в отношении специалистов по техносферной

безопасности, и к ним стали приглядываться рекрутеры, или как их называют хантеры, «охотники за головами».

Рекрутер – это сотрудник (менеджер по подбору кадров), который занимается поиском сотрудников на вакантные места. Главная задача рекрутера – это поиск кадров в нужном количестве под запросы работодателя.

Чаще всего работодателю нужны ваш опыт, навыки и необходимые для трудоустройства документы. Работодатели хотят узнать, чем вы можете быть полезны фирме, предприятию, организации, насколько вы подходите под требования вакансии. И эти сведения будущий работодатель может узнать через своего рекрутера, который получит ваше резюме.

Резюме(от франц. Resume – «сводка» – документ, содержащий информацию о навыках, опыте работы, образовании и другую относящуюся к делу информацию, обычно требующую при рассмотрении кандидатуры человека для найма на работу. Хорошее резюме одно из самых эффективных средств поиска работы.

Запомните три ключевых момента:

- У Вас единственный шанс преуспеть с помощью резюме в тот момент, когда его читают в первый раз. Как правило, на просмотр резюме затрачивается не более 2–3 минут. Если внимание привлечь не удалось – значит, резюме не сработало.
- При написании резюме следуйте принципу избирательности. Информацию для резюме следует отбирать, исходя из его целей. Другими словами, в резюме стоит включать описание именно тех аспектов Вашего опыта, которые значимы для позиции, на которую Вы претендуете. Например, если Вы занимались научной работой и одновременно консультированием, в резюме, направленном на получение работы в области коммерции, не стоит описывать Ваши научные достижения и приводить список Ваших научных трудов,

лучше перечислить те конкретные навыки и знания, которые Вы получили в процессе консультационной деятельности.

- Удачное резюме может стать поводом для интервью, т. е. личной встречи с работодателем или его представителем, но еще не гарантирует получение работы. Ваша цель – добиться, чтобы читающий захотел встретиться с Вами лично.

Рассмотрим стандартный пример резюме, графы которого обязательно должны быть заполнены.

Личные данные: ФИО, дата рождения, контактная информация (телефоны, адрес электронной почты). Можно также указать семейное положение, ближайшую к месту проживания станцию метро.

Цель: В данном пункте обычно формулируется должность (должности), на которую Вы претендуете. Не следует указывать несколько должностей, относящихся к разным сферам деятельности (например: автоэлектрик и повар).

Образование: указывается основное образование (среднее, среднее специальное, высшее, в т. ч. незаконченное, 2–е высшее, ученая степень) и дополнительное (курсы, стажировки, тренинги, семинары и т. п.). В обоих случаях необходимо указать годы обучения, название учебного заведения, факультет, специальность (если речь идет о курсах, то указывается специализация или название курса).

Опыт работы: в данном разделе представлены сведения о Вашем трудовом опыте. Для работодателя или сотрудника кадрового агентства удобнее, если они расположены в обратном хронологическом порядке, т. е. начиная с последнего. Указывается месяц и год поступления на работу и увольнения, название и сфера деятельности компании, занимаемая должность (должности).

Особое внимание обратите на раскрытие сферы деятельности компании. Недостаточно написать "ООО "Солнышко". Также недостаточно написать "ООО "Солнышко" – торговля". Обязательно раскройте, с какой

именно группой товаров работала компания. Старайтесь как можно точнее конкретизировать группу товаров или услуг, с которой Вы работали, т. к. очень часто данная информация имеет принципиальное значение.

Профессиональные навыки: данный пункт подразумевает перечень тех знаний и умений, которые Вы приобрели в ходе своей профессиональной деятельности. Его стоит выделить отдельно, если Вы, меняя работу, не меняли основную сферу деятельности. Если же Ваш опыт работы в разных организациях существенно отличается друг от друга, целесообразнее не выделять его в самостоятельный раздел, а давать краткий перечень основных функций по каждому месту работы.

Знание иностранных языков: Вы указываете все иностранные языки и степень (в совершенстве, свободно, разговорный, базовый), в которой Вы ими владеете.

Владение компьютером: данный пункт содержит сведения о Ваших навыках работы на ПК (пользователь, опытный пользователь, программист), а также программах, средах, языках, базах данных, с которыми Вы работали.

Дополнительная информация: здесь Вы сообщаете те сведения, которые Вы считаете необходимым донести до работодателя: наличие водительских прав, личного автомобиля, загранпаспорта, возможность командировок. Сюда можно также включить интересы и увлечения и личные качества, также допустимо выделить их в отдельный пункт.

Также важно отметить уровень заработной платы, на который вы претендуете. Данные сведения также можно выделить в отдельный пункт.

КАКИМ ДОЛЖНО БЫТЬ РЕЗЮМЕ

Основные требования к стилю написания резюме:

- **Точность.** Все, что изложено в резюме, соответствует заявленной должности и требованиям к данной вакансии;
- **Краткость;**
- **Лаконичность**. Резюме занимает одну страницу. Хорошее резюме – как анонс интересной книги или спектакля. Главное –

заинтересовать, все остальное можно изложить при личной встрече;

- **Активность.** Никогда не пишите "участвовал", "оказывал помощь" и т. п. Это позволяет думать, что Вы лишь оказывали разовые услуги;
- **Честность;**
- **Структурированность.** Когда резюме написано сплошным текстом, без акцентов и выделений, его очень трудно читать, и пока пытаешься найти основные моменты, начинаешь испытывать сомнение, может ли человек, составивший такое резюме, выделять главное в работе, последовательно и логично излагать мысли;
- Избегайте использовать местоимение Я.

Необходимо быть предельно конкретным в выборе формулировок:

НЕ следует писать:

– занимался обучением;

– помогал уменьшить ошибки;

– быстро усваиваю новые знания;

следует писать:

– обучил двух новых служащих;

– сократил ошибки на 15%,чем сэкономил фирме 40 000 руб.;

– освоил новые процедуры в рекордно короткий срок – за две недели.

Не будьте многословны и избегайте пассивных форм:

НЕ следует писать:

– отвечал за выполнение...;

– находил применение следующим возможностям...;

– нес ответственность за...

следует писать:

– выполнил...;

– эффективно использовал...;

– отвечал за...

Предпочитайте позитивную информацию негативной:

НЕ следует писать:

– улаживал жалобы на...;

– препятствовал снижению доли продаж;

– перешел с должности...

следует писать:

– помогал клиентам в...;

– повысил потенциал продукта на рынке;

– продвинулся на должность...

Концентрируйте внимание на Ваших достижениях:

НЕ следует писать:

– проработал там три года;

– выполнял дополнительную работу.

следует писать:

– получил повышение в должности и два повышения оплаты;

– всегда выполнял работу в срок.

О ЧЕМ ВООБЩЕ НЕ НАДО ПИСАТЬ В РЕЗЮМЕ

Не надо включать в Ваше резюме:

- Всю Вашу трудовую биографию. На самом деле Вашего потенциального работодателя интересуют только последние 3–5 мест работы и период не более 10 лет;
- Ваши физические данные;
- Вашу фотографию;
- Причины, по которым Вы уходили с работы;
- Требования к зарплате;
- Имена людей, которые дают Вам рекомендацию (подготовьте этот список, он может пригодиться на собеседовании).

В заключение проверьте Ваше резюме по следующим позициям:

- Попросите кого–нибудь, кто хорошо владеет языком, на котором написано резюме, проверить его;
- В описании настоящей работы используйте глаголы в настоящем времени, например, работаю, проектирую;
- Соответственно при описании предыдущих мест работы используйте глаголы в прошедшем времени;
- Будьте последовательны: если Вы один раз использовали сокращение, используйте его во всем резюме (но лучше приводить все наименования полностью);
- Избегайте длинных фраз и мудреных слов;
- Четко выделите необходимые заголовки;
- Проследите, чтобы Ваше резюме было оформлено в одном стиле
- Выбирайте стиль, который легко читается (большие поля, не мелкий шрифт, достаточное расстояние между строками и т. п.);
- Очень важно уместить Ваше резюме на одной, максимум на двух страницах;
- Будьте уверены, что Вы сможете подтвердить всю информацию, которую Вы включили в резюме.

Неплохо составить резюме на двух языках. Разумеется, к резюме на иностранном языке предъявляются те же требования относительно оформления, грамотности и стилистического единства, что и к резюме на русском языке.

Идя на собеседование, обязательно помните о следующем:

Чаще всего соискатель приходит подготовленным, через интернет получив список вопросов для собеседования. В результате собеседования превращается в хорошо отрепетированный спектакль. Ловкие кандидаты, умеющие красиво говорить, выглядят в глазах работодателя превосходно, даже если они ему абсолютно не подходят. По данным исследований, в среднем лишь 1 из 5 новых сотрудников достигает успеха на рабочем месте

(всего 19%). И все же есть один вопрос, ответ на который нельзя отрепетировать. С его помощью есть шанс получить искренний ответ. Это вопрос: «Как бы вы решили имеющуюся у нас проблему?».

Выслушав ответ, задав наводящие вопросы, работодатель точно узнает, какого сотрудника он получит. В качестве бонуса он получит свежие идеи о том, как решить свои насущные проблемы, даже если кандидат в конечном счете не станет у него работать.

4.2. ТРУДОУСТРОЙСТВО НА РАБОТУ

Итак, Вы успешно прошли собеседование, и Вас приняли на работу.

Конституция РФ защищает право своих граждан на труд. Поэтому отношения в сфере занятости строго регламентируется законодательством. Осуществляется официальное трудоустройство по Трудовому кодексу РФ, с соблюдением установленного порядка и правил.

Трудоустройство на работу. Трудоустройство на работу представляет собой процесс замещения должности на государственном или частном предприятии, предоставленной центром занятости или найденную самостоятельно. Специально уполномоченные органы часто помогают гражданам подобрать подходящую вакансию, исходя из подготовки, имеющейся профессии и опыта.

Основное значение устройства на работу через центр занятости, заключается в следующем:

- реализация закрепленного законом права на труд;
- помощь хозяйствующим субъектам в поиске специалистов, рабочей силы, квалифицированных мастеров для организации процесса;
- предоставление консультации относительно возможности переподготовки или профессионального обучения при наличии вакансий на рынке;
- сокращение времени поиска подходящей работы.

Прием в штат людей связан с заключением **трудового договора**, который будет в дальнейшем регулировать отношения работника и компании. Подписывается он только тогда, когда достигнуто согласие относительно графика выхода, заработной платы, социальных гарантий.

Правила трудоустройства регламентированы законодательством, поэтому работодатель обязан их строго соблюдать. Любые нарушения приведут к штрафным санкциями и привлечению к ответственности должностных лиц.

Основной закон о трудоустройстве ФЗ №1032–1 от 19.04.1991 г. «О занятости населения в РФ».

При приеме на работу молодому специалисту необходимо знать о разных видах занятости:

Постоянная основа. Права и обязанности сторон строго урегулированы законом и трудовым договором, поэтому они максимально защищены. Особенно это касается социальных гарантий для граждан. Из заработной платы регулярно делаются страховые отчисления в Пенсионный фонд и Фонд социального страхования. В случае потери работы всегда можно рассчитывать на получение пособия по безработице, при болезни – компенсации, а при достижении пенсионного возраста пенсии.

По контракту. Такой вид занятости не предполагает отчисления из заработной платы, вся сумма гражданину выдается на руки. Налоговые и страховые платежи необходимо осуществлять самостоятельно. Это означает также, что рассчитывать на возмещение больничного или оплачиваемый отпуск не приходится.

Совместительство. Предполагает выполнение другой оплачиваемой деятельности в свободное от основной занятости время. Например, ночные дежурства в качестве сторожа.

Частичная занятость. Один из самых низкооплачиваемых разновидностей труда. Используется в большинстве случаев в качестве подработки для студентов, несовершеннолетних лиц, мам в декрете,

пенсионеров и других категорий граждан, не имеющих возможность работать полный день.

Волонтерство. Персонал не получает за эту деятельность заработную плату, так как выполняет ее на добровольной основе. Она подходит для учащихся в период обучения, поскольку позволяет получить бесценный опыт в нужной области и принести пользу людям.

Свободный график. Сюда же включается удаленная работа, которая не предполагает постоянного нахождения в офисе. Выполнение поставленных задач осуществляется сотрудником в любое удобное для него время, в том числе из дома.

Каждый вид трудоустройства имеет свои преимущества и недостатки. Граждане, оформленные по бессрочному договору, могут получать в банках кредиты на более выгодных условиях. Частичная занятость освобождает больше личного времени, что важно, когда есть дети. Работа по контракту предполагает заработную плату в несколько раз выше.

Порядок приема на работу. Осуществляется трудоустройство согласно ТК РФ после проведенного собеседования с лицом и ознакомления с предоставленным резюме. Для определения наличия нужных навыков и знаний, наниматель может потребовать пройти тестирование. Обычно оно заключается в испытательном сроке, который не длится дольше 3–х месяцев.
В процессе приема на работу компания обязана соблюсти определенный порядок, регламентированный ст. 68 ТК РФ. Он состоит из следующих этапов:

- Предоставление сотрудником пакета документов для официального его оформления. Согласно ст. 65 ТК РФ, к ним относится паспорт, трудовая книжка, свидетельство/диплом/сертификат о получении образования, СНИЛС, ИНН, военный билет.
- Написание заявления гражданином о приеме на работу, с указанием должности и даты начала трудовой деятельности.

- Ознакомление нового сотрудника с локальными актами компании, коллективным договором, расписанием работы, должностной инструкцией.
- Составление и подписание трудового договора в двух экземплярах, по одному для каждой стороны.
- Оформление приказа о приеме на работу нового сотрудника, ознакомление с распоряжением заинтересованных лиц.
- Внесение записи в трудовую книжку, после чего сдача ее в кадровый отдел для хранения.
- Оформление личной карточки сотрудника, с внесением всех ключевых сведений, в том числе и о деятельности на других предприятиях.

Особые случаи при трудоустройстве. Некоторым категориям граждан сегодня сложно трудоустроиться из–за своего социального статуса. Несмотря на то, что трудовое законодательство всячески защищает льготников, наниматели их берут не охотно. Это связано с некоторыми сложностями, которые возникают при их регистрации.

Основными из них выделяют:

- **Несовершеннолетние.** Недопустим прием лиц в возрасте до 18 лет с испытательным сроком, кроме этого они обязаны регулярно проходить медицинский осмотр за счет работодателя. Если гражданину нет еще и 16 лет, то оформлять его без разрешения родителя нельзя. Кроме этого компания, согласно положениям ТК, обязана предоставить таким работникам сокращенный рабочий день, синхронизированный с учебным процессом;
- **Инвалиды.** Для получения льгот при трудоустройстве гражданину потребуется просто представить справку. Продолжительность рабочей недели для них не должна быть более 35 часов. Запрещены командировки, внеурочные выходы или ночные смены. Отпуск для них предусмотрен в 30 календарных дней. Брать период отдыха без

сохранения заработной платы по семейным обстоятельствам допустимо до 60 дней в году.

Права и обязанности работника и предприятия. Права и обязанности работника регламентированы ст. 21 ТК РФ. Законодательство максимально защищает гражданина, поэтому после подписания трудового договора он может рассчитывать на добросовестное выполнение нанимателем своих функций. Они обычно заключаются в следующем:

- Возможность подписания и расторжения соглашения с предприятием по собственному желанию;
- Предоставление рабочего места и работы, в рамках оговоренной контрактом должности;
- Полноценный отдых в перерывах между сменами;
- Своевременная и полная оплата труда;
- Обязательное социальное страхование и предоставление других предусмотренных законом гарантий;
- Возможность объединения и вступления в профсоюзы;
- Защита своих прав и свобод в суде, при появлении спорных моментов.

Со своей стороны сотрудник обязуется добросовестно выполнять свои трудовые функции, соблюдать установленные правила распорядка на предприятии и требования охраны труда, бережно относиться к имуществу предприятия и оповещать руководство при появлении ситуаций, угрожающих жизни людей или порче вещей, товара.

Работодатель также несет обязанность перед гражданином, так как обеспечивает его всем необходимым оборудованием, инструментом и материалом для выполнения поставленных задач. Кроме этого он несет ответственность за своевременную выдачу заработной платы и предоставления всех положенных законом социальных гарантий.

В свою очередь работодатель вправе требовать от персонала выполнения поставленных задач, высокой производительности труда, повышения квалификации в случае модернизации технологического

процесса. При необходимости проводится проверка соответствия, и если персонал не проходит тестирование, то его освобождают от занимаемой должности.

Каждый человек имеет право на трудоустройство в зависимости от имеющейся у него квалификации, опыта и образования. При оформлении работодатель обязан учесть социальный статус гражданина и соблюсти установленный порядок устройства, сроки приема документов и подписания договора.

На что нужно обратить внимание при трудоустройстве. В процессе трудоустройства на работу важно быть предельно внимательным, чтобы не допустить ошибок и не попасть в неприятную ситуацию. Поэтому всегда важно знать определенные правила и основные моменты, на которые стоит обращать в первую очередь свое внимание во время трудоустройства на работу.

1) **Сначала внимательно читайте, а потом подписывайте**.

Во время трудоустройства на работу Вы должны настроиться серьезно и быть предельно внимательны, особенно, когда Вам дают на подпись какие–либо документы. Обязательно, прежде чем ставить свою подпись, все внимательно прочитайте! Если Вы с чем–то не согласны, то попросите изменить или внести какие–либо корректировки, а после изменения, еще раз подробно изучите документ и если Вас все устраивает, то ставьте подпись. Также, если Вам что–то принесли в нескольких экземплярах, то внимательно изучите каждый, а потом, если согласны со всеми условиями, то ставьте подпись.

2) **Документируйте все то, что обговаривали на собеседовании со своим руководителем!**

Если Вам что–то пообещал Ваш непосредственный руководитель на собеседовании, то обязательно вспомните об этом во время трудоустройства. Не стоит верить своему руководителю на слово, так как в большинстве случаях Вас могут просто обмануть. Поэтому, всегда требуйте

документального подтверждения того, что обговаривали на собеседовании, чтобы у Вас были доказательства.

3) **Не идите на поводу у отдела кадров**!

Если в процессе трудоустройства Вам постоянно говорят: «У нас так положено!», «Это общий документ!», «Это у всех в трудовых договорах написано!» и т.д., то не стоит им верить и, тем более, доверять. Всегда отстаивайте свои права! К примеру, на собеседовании с руководителем, Вам удалось успешно обсудить вопрос о заработной плате и Вам озвучили оклад 30 000 рублей, а во время трудоустройства в трудовом договоре Вы заметили, что там указано 20 000 рублей, а на Ваше возражение Вам отвечают: «Это у всех сотрудников так написано! Это нормально!», то в таком случае, попросите вызвать своего непосредственного начальника и требуйте, чтобы внесли изменения. Если же Вы действительно обсуждали данную заработную плату на собеседовании, то Ваш руководитель сообщит отделу кадров о том, что необходимо внести корректировку и исправить документ. Если же Ваш будущий начальник скажет, то же самое, что и сотрудники кадров, то есть, откажется вносить изменения, то смело разворачивайтесь и уходите из этой компании, так как это скорей всего мошенники.

Всегда приучите себя к тому, чтобы в процессе трудоустройства на работу в компанию не доверять и не верить абсолютно никому! Постоянно проверяйте все, прежде чем ставить подпись. Не верьте никому на слово, даже генеральному директору, всегда требуйте документального подтверждения заранее обговоренных моментов или условий. При этом, если в процессе трудоустройства Вас начнут торопить или постоянно дергать по пустякам, то не стоит вообще ничего подписывать! Вы должны быть уверенным в себе и уметь всегда отстаивать свою позицию и свои права. Скажите сразу, что Вам требуется время для изучения документов и не подписывайте ничего, пока все не прочитаете полностью!

Таким образом, Вы сможете не допустить ошибок во время трудоустройства на работу и, тем более, не попасть в неприятную ситуацию.

4.3. ТРУДОВОЙ КОДЕКС

Трудовой кодекс РФ – свод законов о труде, с помощью которых регулируются трудовые отношения между работниками и работодателями. С помощью этих законов устанавливаются основные права и обязанности сторон, участвующих в трудовом процессе.

С помощью ТК создаются оптимальные условия для труда и находится соглашение в трудовых спорах по законам. ТК гарантирует работникам право на защиту достоинства, социальное страхование, возмещение вреда, причиненного здоровью работника в процессе труда.

Трудовой кодекс РФ был принят в действие 30.12. 2001 года и имеет обозначение 197–ФЗ. В процессе использования ТК по мере необходимости в него вносятся изменения и дополнения, связанные с новыми требованиями трудовой жизни.

Работодатели должны знать положения Трудового кодекса для того, чтобы обеспечить все права работников и избежать ненужных конфронтаций и конфликтов с работниками. При этом почти все возникающие конфликты между двумя сторонами, участвующими в трудовом процессе, можно уладить с помощью ТК.

Основные положения ТК надо представлять и молодым людям, которые только вступают в трудовую деятельность. Зная свои права и обязанности, описанные в ТК, они смогут правильно оценить правильность заключаемого с работодателем трудового договора.

Точное знание ТК необходимо для тех людей, которые часто сталкиваются с практическим применением кодекса. Это касается работников отдела кадров, руководителей предприятий и компаний, сотрудников отдела охраны труда.

Таким образом, с помощью ТК РФ регулируется весь спектр взаимоотношений, существующих в процессе трудовой деятельности.

Рассмотрим несколько статей ТК, которые непосредственно будут касаться молодых специалистов.

Статья ТК РФ Статья 15. Трудовые отношения

Трудовые отношения – отношения, основанные на соглашении между работником и работодателем о личном выполнении работником за плату трудовой функции (работы по должности в соответствии со штатным расписанием, профессии, специальности с указанием квалификации; конкретного вида поручаемой работнику работы) в интересах, под управлением и контролем работодателя, подчинении работника правилам внутреннего трудового распорядка при обеспечении работодателем условий труда, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором.

Статья 16 ТК РФ. Основания возникновения трудовых отношений

Трудовые отношения возникают между работником и работодателем на основании трудового договора, заключаемого ими в соответствии с настоящим Кодексом.

Статья 20 ТК РФ. Стороны трудовых отношений

Сторонами трудовых отношений являются работник и работодатель.

Работник – физическое лицо, вступившее в трудовые отношения с работодателем.

Работодатель – физическое лицо либо юридическое лицо (организация), вступившее в трудовые отношения с работником. В случаях, предусмотренных федеральными законами, в качестве работодателя может выступать иной субъект, наделенный правом заключать трудовые договоры.

Статья 56 ТК РФ. Понятие трудового договора. Стороны трудового договора

Трудовой договор – соглашение между работодателем и работником, в соответствии с которым работодатель обязуется предоставить работнику работу по обусловленной трудовой функции, обеспечить условия труда, предусмотренные трудовым законодательством. Сторонами трудового договора являются работодатель и работник.

Статья 57 ТК РФ. Содержание трудового договора

В трудовом договоре указываются:

- Фамилия, имя, отчество работника и наименование работодателя (фамилия, имя, отчество работодателя – физического лица), заключивших трудовой договор;
- Сведения о документах, удостоверяющих личность работника и работодателя – физического лица;
- Идентификационный номер налогоплательщика (для работодателей, за исключением работодателей – физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями);
- Сведения о представителе работодателя, подписавшем трудовой договор, и основание, в силу которого он наделен соответствующими полномочиями;
- Место и дата заключения трудового договора.

Обязательными для включения в трудовой договор являются следующие условия:

- Место работы;
- Трудовая функция;
- Дата начала работы;
- Условия оплаты труда;
- Режим рабочего времени и времени отдыха;
- Условия труда на рабочем месте.

Статья 58 ТК РФ. Срок трудового договора

Трудовые договоры могут заключаться:

1) на неопределенный срок;

2) на определенный срок не более пяти лет (срочный трудовой договор), если иной срок не установлен настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Если в трудовом договоре не оговорен срок его действия, то договор считается заключенным на неопределенный срок.

Статья 63 ТК РФ. Возраст, с которого допускается заключение трудового договора

Заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами.

Статья 65 ТК РФ. Документы, предъявляемые при заключении трудового договора

Лицо, поступающее на работу, предъявляет работодателю:

- паспорт или иной документ, удостоверяющий личность;
- трудовую книжку и (или) сведения о трудовой деятельности (статья 66.1 настоящего Кодекса), за исключением случаев, если трудовой договор заключается впервые;
- документ, подтверждающий регистрацию в системе индивидуального (персонифицированного) учета, в том числе в форме электронного документа;
- документы воинского учета – для военнообязанных и лиц, подлежащих призыву на военную службу;
- документ об образовании и (или) о квалификации или наличии специальных знаний – при поступлении на работу, требующую специальных знаний или специальной подготовки;

- справку о наличии (отсутствии) судимости и (или) факта уголовного преследования либо о прекращении уголовного преследования по реабилитирующим основаниям;
- справку о том, является или не является лицо подвергнутым административному наказанию за потребление наркотических средств или психотропных веществ без назначения врача либо новых потенциально опасных психоактивных веществ.

Статья 66 ТК РФ. Трудовая книжка

Трудовая книжка установленного образца является основным документом о трудовой деятельности и трудовом стаже работника. В трудовую книжку вносятся сведения о работнике, выполняемой им работе, переводах на другую постоянную работу и об увольнении работника, а также основания прекращения трудового договора и сведения о награждениях за успехи в работе. Сведения о взысканиях в трудовую книжку не вносятся, за исключением случаев, когда дисциплинарным взысканием является увольнение.

Статья 68 ТК РФ. Оформление приема на работу

Прием на работу оформляется приказом (распоряжением) работодателя, изданным на основании заключенного трудового договора. Содержание приказа (распоряжения) работодателя должно соответствовать условиям заключенного трудового договора.

Приказ (распоряжение) работодателя о приеме на работу объявляется работнику под роспись в трехдневный срок со дня фактического начала работы. По требованию работника работодатель обязан выдать ему надлежаще заверенную копию указанного приказа (распоряжения).

При приеме на работу (до подписания трудового договора) работодатель обязан ознакомить работника под роспись с правилами внутреннего трудового распорядка, иными локальными нормативными актами, непосредственно связанными с трудовой деятельностью работника, коллективным договором.

Статья 77 ТК РФ. Общие основания прекращения трудового договора

Основаниями прекращения трудового договора являются:

1) соглашение сторон (статья 78 настоящего Кодекса);

2) истечение срока трудового договора (статья 79 настоящего Кодекса), за исключением случаев, когда трудовые отношения фактически продолжаются и ни одна из сторон не потребовала их прекращения;

3) расторжение трудового договора по инициативе работника (статья 80 настоящего Кодекса);

4) расторжение трудового договора по инициативе работодателя (статьи 71 и 81 настоящего Кодекса).

Трудовой договор может быть прекращен и по другим основаниям, предусмотренным настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Статья 114 ТК РФ. Ежегодные оплачиваемые отпуска

Работникам предоставляются **ежегодные отпуска** с сохранением места работы (должности) и среднего заработка.

Статья 115 ТК РФ. Продолжительность ежегодного основного оплачиваемого отпуска

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней. Ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью более 28 календарных дней (удлиненный основной отпуск) предоставляется работникам в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Статья 129 ТК РФ. Основные понятия и определения

Заработная плата (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты (доплаты и надбавки компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, работу в особых климатических условиях и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и иные выплаты компенсационного характера) и стимулирующие выплаты

(доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты). **Тарифная ставка** – фиксированный размер оплаты труда работника за выполнение нормы труда определенной сложности (квалификации) за единицу времени без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат. **Оклад (должностной оклад)** – фиксированный размер оплаты труда работника за исполнение трудовых (должностных) обязанностей определенной сложности за календарный месяц без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат.

Статья 189 ТК РФ. Дисциплина труда и трудовой распорядок

Дисциплина труда – обязательное для всех работников подчинение правилам поведения, определенным в соответствии с настоящим Кодексом, иными федеральными законами, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором. Работодатель обязан в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором создавать условия, необходимые для соблюдения работниками дисциплины труда. Трудовой распорядок определяется правилами внутреннего трудового распорядка. **Правила внутреннего трудового распорядка** – локальный нормативный акт, регламентирующий в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами порядок приема и увольнения работников, основные права, обязанности и ответственность сторон трудового договора, режим работы, время отдыха, применяемые к работникам меры поощрения и взыскания, а также иные вопросы регулирования трудовых отношений у данного работодателя.

Квалификация работника и профессиональный стандарт

Статья 195.1 ТК РФ. Понятия квалификации работника, профессионального стандарта

Квалификация работника – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника, установленная в форме присвоения ему определенной квалификации (например, бакалавр по направлению «Техносферная безопасность»).

Современное трудовое законодательство выделяет **9 уровней квалификации работников:**

Уровни	Требования к квалификации работника	Способы получения
1 уровень	Выполнение стандартных заданий. Элементарные фактические знания.	Инструктаж. Опыт работы в рамках данной квалификации.
2 и 3 уровни	Выполнение стандартных и типовых заданий.	Начальное профессиональное образование. Переподготовка.
4 и 5 уровни	Низшее звено руководства. Умение руководить группой и нести ответственность за результаты ее работы.	Среднее профессиональное образование по специальности. Начальное профессиональное образование по основной госпрограмме в сочетании с переподготовкой.
6 уровень	Среднее звено руководства. Работа по управлению группой сотрудников или структурным подразделением. Умение – внедрение технологических и методических решений.	Высшее образование по программе бакалавриата. Среднее специальное образование.
7 уровень	Высшее звено руководства. Управление организацией или подразделением. Навыки управления и стратегического планирования.	Высшее образование по программе специалитета или магистратуры.
8 и 9 уровни	Высшие должности в крупных корпорациях и государственных структур.	Высшее образование по программах магистратуры или специалитета, а также окончание аспирантуры – стажировки.

Критерии оценки квалификации работников. При собеседовании рекрутинг–менеджеры пользуются четырьмя группами критериев:

Профессиональные критерии – уровень профессиональных знаний и умений, а также опыт работы и результаты труда.

Деловые критерии. Это уровень ответственности сотрудника, его организованность и инициативность.

Морально–психологические критерии. Способность сотрудника к критическому анализу своей работы. Честность, порядочность, психологическая устойчивость работника.

Специфические критерии. Индивидуальные особенности работника: состояние здоровья, роль в коллективе, авторитет среди коллег и т.д.

Методы оценки квалификации работников:

1. **Аттестация** – комплексная методика оценки знаний, умений и навыков. Она включает оценку личностных характеристик работника. Данные для анализа получают из материалов личного дела и характеристики сотрудника, подготовленной руководителем структурного подразделения.
2. **Метод MBO (management by objectives)** – метод оценки квалификации, распространенной за рубежом. Суть метода – оценка эффективности работы сотрудника на основе достаточных результатов за определенный период. Методика учитывает процентное соотношение вклада каждого работника в достижение общей цели.
3. **Метод PM (performance management)** – в основном методики лежит не только оценка результата, но и способы его достижения. Методика позволяет сделать прогноз карьерного роста работника на основании анализа затраченных усилий и общего потенциала работника.

Алгоритм проведений оценки квалификации:

Процедура аттестации заключается в заполнении сотрудником оценочного листа. Лист содержит вопросы, выявляющие уровень базовых знаний по специальности и конкретной должности. В лист включают также вопросы, раскрывающие личностные характеристики работника. Характеристика сотрудника, личное дело и индивидуальный план развития

прикладываются к оценочному листу. Это дает возможность комплексной оценки квалификации работника.

Процедура оценки методами MBO и PM проходят в форме собеседования между сотрудников и руководителем. Предварительно руководитель отдела готовит пакет документов, необходимых для оценки квалификации работника.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Кто такой рекрутер и как с ним может столкнуться выпускник высшего учебного заведения?
2. Что такое резюме и какова его структура?
3. Каким Федеральным законом руководствуются при приеме граждан на работу?
4. Какие бывают виды занятости?
5. В каком порядке происходит прием на работу?
6. Какие бывают особые случаи при трудоустройстве?
7. Каковы права и обязанности работника?
8. На что нужно обращать внимание при трудоустройстве?
9. Что такое Трудовой Кодекс?
10. Что такое трудовые отношения?
11. Каково содержание трудового договора?
12. Что такое трудовая книжка и что в нее записывается?
13. Что такое заработная плата и тарифная ставка?
14. Что такое трудовая дисциплина и трудовой распорядок?
15. Какие вы знаете критерии оценки квалификации работников?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалавры по техносферной безопасности относятся к одним из самых востребованных специалистов, так как государству и предприятиям нужны люди, умеющие контролировать безопасные условия труда, снизить вероятность травм на производстве, обеспечить защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, минимизировать негативные последствия воздействия промышленных объектов на окружающую среду. Для нужд человечества постоянно требуются различные ресурсы, начиная от пищи и заканчивая полезными ископаемыми. Количество промышленных и сельскохозяйственных объектов растет даже в период экономического кризиса. Поэтому специалисты с области техносферной безопасности все более желанные сотрудники в государственном и частном секторах.

Техносферная безопасность – весьма перспективное направление. Почти все молодые специалисты без труда находят место для работы. Список профессий, осваиваемых на основе данного направления, позволяет устроиться как на небольшое предприятие, как и на крупный промышленный комплекс государственного значения.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ПРИ НАПИСАНИИ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ

- «О занятости населения в Российской Федерации» от 19.04.1991 г. №1032–1.
- «Защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. №68–ФЗ
- «Гражданской обороне» от 12.02.1998 №28–ФЗ.
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. №116–ФЗ.
- «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7–ФЗ.
- «О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. №52–ФЗ.

ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРИКАЗЫ

- «О классификации чрезвычайных ситуация природного и техногенного характера» от 13.09.1996 г. №1094, от 21.04.2007 №304.
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.03.2016 г. №246 «Об утверждении федерального и государственного образовательного стандарты высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондарев Л.Г. История природопользования: Учебное пособие/ Л.Г. Бондарев; Моск. гос. ун–т им. М.В.Ломоносова. Геогр.фак. – М.: Изд–во Моск. ун–та, 1999. – 96 с.
2. Бондарев Л. Г. Техногенез – новый фактов в развитии природы Земли // Земля и Вселенная. 1996. №1. С. 30–37.
3. Вернадский В. Н. О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. – Дубна: «Феликс», 1997. – 576 с.
4. Емлин Э. Ф. Техногенез колчеданных месторождений / Э.Ф.Емлин. – Свердловск: Изд – во Урал. ун–та, 1991. – 255 с.
5. Реймерс Н. Ф. Теоремы экологии // Наука и жизнь. 1992. №10. С. 130–137.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение № 1

ДОЛЖНОСТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ ИНЖЕНЕРА ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Общие положения

1.1. Настоящая должностная инструкция определяет должностные обязанности, права и ответственность лица, занимающего должность инженера по промышленной безопасности ПАО «Жизнь».

1.2. Инженер по промышленной безопасности назначается на должность и освобождается от занимаемой должности в установленном трудовым законодательством порядке приказом директора организации с представления руководителя службы охраны труда.

1.3. Инженер по промышленной безопасности непосредственно подчиняется руководителю службы охраны труда.

1.4. Требования к образованию и обучению лица, назначаемому на должность инженера по промышленной безопасности: высшее (техническое) образование – специалитет, магистратура. Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки. Повышение квалификации по направлению профессиональной деятельности в области промышленной безопасности не реже одного раза в пять лет.

1.5. Требования к опыту работы: по направлению профессиональной деятельности не менее трех лет.

1.6. Инженер по промышленной безопасности должен знать:

– Законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные документы в области промышленной безопасности, в т. ч. основы управления промышленной безопасностью в организации (обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда, организация системы управления промышленной безопасностью, организация производственного контроля, основы предупреждения аварий и инцидентов, документация и отчетность по промышленной безопасности);

– Положения и требования законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности опасных производственных объектов;

– Положения и требования правил организации и осуществления производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте;

– Меры предупреждения воздействия опасных и вредных производственных факторов;

– Средства индивидуальной и коллективной защиты и порядок их применения;

– Инструкции по охране труда работников опасного производственного объекта;

– Производственные инструкции работников опасного производственного объекта;

– Требования и порядок разработки локальных нормативных актов в области промышленной безопасности;

– Положения и требования Градостроительного кодекса Российской Федерации;

– Алгоритм функционирования технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, предусмотренный технической документацией изготовителя;

– Инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;

– Производственную и организационную структуру организации, основные технологические процессы и режимы производства; виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации;

– Основные положения и требования нормативных правовых актов, устанавливающих порядок обслуживания опасных производственных объектов;

– Органы и организации, осуществляющие надзор и контроль в сфере промышленной безопасности, и их функции;

– Процедуры и порядок проведения технического освидетельствования, контрольных испытаний, диагностирования оборудования, работающего под избыточным давлением, применяемых на опасных производственных объектах, технологических трубопроводов, зданий и сооружений

2. Функциональные обязанности

На инженера по промышленной безопасности возлагаются следующие функции:

2.1. Организация мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.

2.2. Организация подготовки и контроль обучения и аттестации работников опасного производственного объекта.

2.3. Организация контроля соблюдения требований промышленной безопасности и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.

2.4. Осуществление производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

2.5. Организация и проведение мероприятий по техническому освидетельствованию, диагностированию, экспертизе промышленной безопасности, техническому обслуживанию и планово–предупредительному

ремонту сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

2.6. Организация и осуществление мероприятий по подготовке, обучению и аттестации работников опасного производственного объекта.

2.7. Организация и осуществление мероприятий по предотвращению и локализации аварий и инцидентов, а также устранению причин и последствий аварий и инцидентов на опасном производственном объекте, снижению производственного травматизма.

2.8. Расследование, учет и анализ несчастных случаев на производстве, аварий и инцидентов.

2.9. Контроль обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте.

2.10. Обеспечение требований промышленной безопасности при выводе опасного производственного объекта в ремонт или на консервацию и/или ликвидации опасного производственного объекта.

3. Должностные обязанности

Для выполнения возложенных на него функций инженер по промышленной безопасности должен:

3.1. Проведение идентификации опасного производственного объекта в соответствии с признаками и классами опасности, установленными законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов.

3.2. Подготовка карты учета опасного производственного объекта, сведений, характеризующих опасный производственный объект, и комплекта документов для регистрации опасного производственного объекта в государственном реестре опасных производственных объектов.

3.3. Подготовка документов для заключения договора страхования гражданской ответственности владельца опасного производственного объекта.

3.4. Организация контроля проведения экспертизы промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, и (или) подъемных сооружений, применяемых на опасном производственном объекте, а также оценки соответствия требованиям промышленной безопасности перед вводом в эксплуатацию опасного производственного объекта.

3.5. Организация работы комиссии по проверке готовности оборудования к пуску в работу и организации надзора за его эксплуатацией.

3.6. Организация лицензирования деятельности в области промышленной безопасности.

3.7. Организация и контроль обучения работников опасного производственного объекта.

3.8. Организация и контроль подготовки и аттестации работников организации в области промышленной безопасности.

3.9. Контроль проведения инструктажей (вводных, первичных, плановых, внеплановых, целевых) по соблюдению требований безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

3.10. Разработка и утверждение положения об осуществлении производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.11. Разработка и утверждение плана работы по осуществлению производственного контроля в подразделениях эксплуатирующей организации.

3.12. Разработка и утверждение ежегодного плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

3.13. Информирование работников о состоянии промышленной безопасности на рабочих местах, существующих рисках, а также о мерах по защите работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

3.14. Организация и проведение проверок состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.15. Контроль соблюдения работниками опасного производственного объекта требований промышленной безопасности.

3.16. Контроль состояния средств коллективной защиты работников.

3.17. Контроль выполнения организационно–технических мероприятий по результатам производственного контроля подразделений организации; повторные проверки для подтверждения устранения выявленных нарушений.

3.18. Организация и проведение комплексных и целевых проверок состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте, выявление опасных факторов на рабочих местах.

3.19. Анализ состояния промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

3.20. Пересмотр и разработка локальных положений в области промышленной безопасности для совершенствования системы управления промышленной безопасностью в организации.

3.21. Контроль выполнения предписаний органов государственного контроля и надзора за соблюдением требований, действующих нормативных правовых актов, правил и инструкций в области промышленной безопасности.

3.22. Составление и предоставление отчетов организации в области промышленной безопасности по установленной форме.

3.23. Контроль своевременного проведения необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонта и поверки контрольных средств измерений.

3.24. Контроль соблюдения технологической дисциплины.

3.25. Контроль своевременного проведения экспертизы промышленной безопасности.

3.26. Подготовка документов для проведения экспертизы промышленной безопасности.

3.27. Выявление потребностей в обучении работников в области промышленной безопасности.

3.28. Контроль сроков и периодичности обучения и предаттестационной подготовки, проверки знаний и аттестации работников организации в области промышленной безопасности.

3.29. Методическая помощь подразделениям по организации инструктажа, производственного обучения (стажировки) и проверки знаний работников по промышленной безопасности.

3.30. Методическая помощь руководителям структурных подразделений организации в составлении программ производственного обучения (стажировки) работников безопасным приемам и методам работы.

3.31. Организация и контроль проведения инструктажей (вводных, первичных, плановых, внеплановых, целевых) по соблюдению требований безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

3.32. Участие в комиссии по проверке знаний работников организации в области промышленной безопасности.

3.33. Выявление причин аварий и инцидентов совместно с членами комиссии по техническому расследованию причин аварий и инцидентов.

3.34. Контроль учета аварий и инцидентов в организации.

3.35. Организация работы комиссии по расследованию несчастного случая, аварии, инцидента.

3.36. Разработка мероприятий по предотвращению аварий и инцидентов.

3.37. Учет аварий и инцидентов в организации.

3.38. Допуск в установленном порядке к выполнению работ по ремонту, пусконаладке и регулировке замененного и отремонтированного

оборудования, приборов и устройств безопасности аттестованных ремонтных работников.

3.39. Допуск в установленном порядке к выполнению сварочных работ работников, аттестованных в соответствии с правилами сварочного производства.

3.40. Контроль наличия аттестации у ремонтных работников структурных подразделений работников организации.

3.41. Контроль выполнения ремонтных работ в структурных подразделениях работников организации.

4. Права

Инженер по промышленной безопасности имеет право:

4.1. Знакомиться с проектами решений руководства предприятия, касающимися его деятельности.

4.2. По согласованию с непосредственным руководителем привлекать к решению поставленных перед ним задач других работников.

4.3. Запрашивать и получать от работников других структурных подразделений необходимую информацию, документы.

4.4. Участвовать в обсуждении вопросов, касающихся исполняемых должностных обязанностей.

4.5. Требовать от руководства предприятия оказания содействия в исполнении своих должностных обязанностей и прав.

4.6. Останавливать работу на отдельных участках, машинах, механизмах при угрозе возникновения аварии или инцидента, несчастного случая на ОПО; отстранять от работы лиц, допустивших нарушения правил и норм безопасности и создающих угрозу возникновения аварии, инцидента или несчастного случая (через руководителей соответствующих подразделений) с немедленным уведомлением об этом своего непосредственного руководителя.

5. Ответственность

Инженер по промышленной безопасности несет ответственность:

5.1. За неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязанностей, предусмотренных настоящей должностной инструкцией – в пределах, определенных действующим трудовым законодательством Российской Федерации.

5.2. За правонарушения, совершенные в процессе осуществления своей деятельности – в пределах, определенных действующим административным, уголовным и гражданским законодательством Российской Федерации.

5.3. За причинение материального ущерба – в пределах, определенных действующим трудовым и гражданским законодательством Российской Федерации.

5.4. Невыполнение приказов, распоряжений и поручений вышестоящего руководства предприятия.

5.5. За несоблюдение правил внутреннего трудового распорядка, правил противопожарной безопасности и охраны труда, установленных на предприятии.

6. Взаимоотношения

При исполнении своих должностных обязанностей инженер по промышленной безопасности осуществляет следующие взаимоотношения:

6.1. С руководителем службы охраны труда:

Инженер по промышленной безопасности получает:

– распоряжения, указания, приказы.

Инженер по промышленной безопасности передает:

– информацию о выполнении распоряжений, указаний, приказов, соответствующих своей деятельности;

– документацию по промышленной безопасности на согласование;

– информацию о нарушениях персоналом требований нормативных и правовых актов по промышленной безопасности;

– справки, служебные записки, отчеты и т.д.

6.2. С руководителями подразделений.

Инженер по промышленной безопасности получает:

– отчеты по выполнению предписаний;

– отчеты о выполнении приказов, директивных документов и других мероприятий по повышению надежности работы оборудования, улучшению состояния промышленной безопасности;

– объяснительные по вопросам нарушения требований нормативных и правовых актов по охране труда промышленной и пожарной безопасности;

– объяснительные по технологическим нарушениям в работе оборудования.

Инженер по промышленной безопасности передает:

– производственные инструкции;

– сведения о действующих и вновь вводимых нормативных правовых актах по промышленной безопасности, оперативному и техническому обслуживанию и ремонту оборудования, работе с персоналом;

– информационные письма, оперативные указания и др. материалы контролирующих государственных служб в области надежности промышленной безопасности;

– руководящие документы (приказы, распоряжения…);

– норматив обеспечения персонала средствами коллективной защиты;

– предписания, мероприятия по устранению замечаний, выявленных в ходе проверки рабочих мест, работающих бригад;

– информацию о технологических нарушениях, авариях;

6.3. Со всеми структурными подразделениями, службами и отделами ПАО «Жизнь» инженер по промышленной безопасности взаимодействует в соответствии с их задачами.

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

Техногенное загрязнение окружающей среды

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления
20.03.01 Техносферная безопасность

Утверждено Редакционно-издательским советом

Уральского государственного горного университета

в качестве методического пособия

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета УГГУ
«_19_» ___апреля_____ 2019 г.
Председатель комиссии
Колчина Н.В.

В. Б. Болтыров, Л. А. Стороженко, Т. С. Бобина

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по организации самостоятельной работы и выполнения заданий созданы Вам в помощь для работы на занятиях и во внеурочное время.

Наличие положительной оценки (отметки о выполнении) каждого вида самостоятельной работы необходимо для получения зачета по дисциплине Техногенное загрязнение окружающей среды и допуска к экзамену, поэтому в случае невыполнения работы по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за самостоятельную работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы возникают вопросы, разрешить которые Вам не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 7
1.1. Актуальность проблемы 7
1.2. Общая характеристика техногенного загрязнения окружающей среды 22
1.3. Источники техногенного загрязнения окружающей среды 27
1.4. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды 44
РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ 54
РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ 64
РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ 77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 95

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Техногенное загрязнение окружающей среды» составлены на основании рабочей учебной программы, которая является частью программы подготовки бакалавров в соответствии ФГОС ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Методические указания содержат конспект лекций и контрольные вопросы для самоконтроля.

Основной целью методических указаний является оказание методической помощи по организации самостоятельной работы обучающихся для расширения, углубления и закрепления знаний и умений обучающихся, а также формирования следующих компетенций:

общепрофессиональных:

– способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности (ОПК-3);

профессиональных:

в организационно-управленческой деятельности:

– готовностью использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-9).

Трудоемкость, предусмотренная учебным планом и рабочей учебной программой для организации самостоятельной работы обучающихся, составляет 116 часов по очной форме обучения и 166 часов по заочной форме обучения с учетом сложности и объема изучаемого материала. При планировании преподавателем пропорционального распределен объем СРС по отдельным элементам или видам работ, исходя из общего объема часов, выделенных на самостоятельную работу.

Самостоятельная работа обучающихся проводится с целью:

– систематизации и закрепления практического опыта, умений и знаний, общих и профессиональных компетенций, определенных в качестве основополагающих требованиями ФГОС ВО по дисциплинам;

– формирования готовности к поиску, обработке и применению информации для решения профессиональных задач;

– развития познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную и специальную литературу;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Научно-технический прогресс (НТП) – это непрерывный и сложный процесс открытия и использования новых знаний и достижений в жизни человека и общества. В результате НТП происходит развитие и совершенствование всех элементов производительных сил и производственных отношений.

В своем развитии НТП прошел несколько этапов. Первый этап – первая промышленная революция конца XVII – начала XIX века. Он характеризовался переходом к машинному производству.

Второй этап – вторая промышленная революция конца XIX – начала XX века. Развитие производительных сил на машинной основе, изменение энергетической основы производства, развитие науки на базе техники, переход к стадии автоматизации производства, создание новых отраслей промышленности.

Третий этап – третья промышленная революция середины XX века, переросшая в научно-техническую революцию (НТР), положившую начало коренному качественному преобразованию производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор производства, непосредственную производительную среду.

Четвертый этап начал складываться в последние десятилетия XX века, основными чертами которого являются технологии на основе электроники, внедрении новых видов энергии, комплексная автоматизация и роботизация производства, развитие космических и информационных технологий, разработка и использование новых материалов, генная инженерия.

В итоге на нашей планете произошли глобальные изменения в хозяйственной и природных средах, что привело к изменению следующих показателей:

Год	1900	1990	2008
Численность населения, млрд. человек	~1	5	6,6
Валовой мировой продукт, млрд. дол. США	60	20000	62200
Мощность мирового хозяйства, ТВт	1	10	13
Потребление чистой первичной продукции биоты, %	1	40	-
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью на суше, %	20	60	65

Из приведенных данных видно, что в XX веке на фоне демографического взрыва и урбанизации населения существенно выросло потребление продукции биоты, в десятки раз возросла мощность мировой экономики, в три раза увеличились освоенные человеком земли.

Благодаря НТР и имевшему место социальному и экономическому прогрессу существенно улучшились условия труда и качество жизни людей, в том числе выросли уровень здравоохранения, образования, социальной обеспеченности, культуры. Невиданно выросли масштабы производства промышленности и сельского хозяйства, обеспечение благосостояния людей, особенно в развитых странах.

Вместе с тем НТП, подняв качество человека и общества на его современный уровень, проявил свою оборотную, негативную сторону, выразившуюся в экологическом кризисе цивилизаций.

Понятие «экологический кризис» впервые появилось в 1972 г. на страницах первого доклада Римского клуба – авторитетной международной ассоциации по изучению глобальных проблем современности.

Зарождение экологического кризиса относится к середине XX века, когда рост потребностей человека и его производственной активности привели к тому, что масштабы возможного воздействия человека на природу стали соизмеримы с масштабами глобальных природных процессов. Недаром академик В. И. Вернадский называл человеческую деятельность великой геологической силой, преобразующей природу. Однако эта сила и нарушила «правила игры» во взаимодействии человека и природы, что и привело к экологическому кризису. В основе этого кризиса лежит нарушение биогеохимического круговорота в

результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем, неизбежно ведущее к нарушению устойчивости окружающей среды.

Правда, на вопрос, насколько опасна современная экологическая ситуация, ученые отвечают по-разному. Одни ученые (Н. Ф. Реймерс, Н. Н. Моисеев, В. А. Зубаков, Б. Коммонер, А. Печчен и др.) считаю, что современная ситуация представляет глобальный экологический кризис, который вскоре может привести к катастрофе. Другие (В. Г. Горняков, К. А. Кондратьев, К. С. Лосев, В. П. Казначеев и др.) считают, что мир уже вступил в глобальную экологическую катастрофу. Третьи (А. Ю. Брикен, С. Б. Лавров, Ю. П. Семиверстов) считают, что на данный момент никакого глобального экологического кризиса нет, но есть лишь локальные экологические кризисы.

Как утверждает В. А. Зубаков, нынешний экологический кризис не первый, а пятый и самый глубокий. Первый кризис был в середине послеледникового периода примерно 50 тыс. лет назад. Это был кризис собирательства и примитивной охоты. Люди вышли из него, овладев технологией загонной охоты и огнем. Второй кризис возник в послеледниковый период около 10 тыс. лет назад, когда исчезла крупная мамонтовая фауна. Выход из этого кризиса был найден путем перехода к скотоводству и земледелию. Третий кризис предшествовал зарождению поливного земледелия. Он был скорее не глобальным, а региональным и закончился распространением бочарного земледелия (земли в зоне орошаемого земледелия, на которых сельхозкультуры выращиваемой без искусственного орошения). Четвертый кризис совпал с массовой вырубкой лесов на дрова и под сельхозугодья. Этот кризис завершился промышленной революцией и переходом к использованию ископаемого топлива.

И, наконец, нынешний кризис начался с середины XX века. Это самый глубокий экологический кризис, имеющий все черты глобального. Для подтверждения достаточно перечислить основные экологические проблемы, принявшие глобальные масштабы и вполне осмысленно осознанные человечеством, независимо от континентов, а тем более стран его обитания:

- изменение химического состава атмосферного воздуха, вызывающее целый ряд самостоятельных, но тесно увязанных друг с другом экологических процессов и явлений, таких как загазованность атмосферы, рост «парникового эффекта», появление «дыр» в озоновом слое Земли, потепление климата, выпадение кислотных дождей, изменение ландшафтов и т. д.;
- загрязнение и истощение запасов гидросферы Земли, включая подземные и поверхностные воды суши, а также воды морей и океанов;
- комплекс литосферных экологических проблем;
- воздействие на окружающую среду отраслей экономики – промышленности, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, сельского хозяйства и др.;
- урбанизация территорий, обусловленная разрастанием городов, возникновением агломераций и мегаполисов;
- повышенная радиация воздушной среды и отдельных территорий как следствие аварий на атомных электростанциях, функционирование АЭС и предприятий, производящих и перерабатывающих ядерное топливо, испытаний ядерного оружия, применения ядерных взрывов в мирных целях, быстрого накопления радиоактивных отходов и их захоронения;
- постоянно растущие количество и масштабы чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными и техногенными катастрофами;
- деятельность военно-промышленного комплекса и вооруженных сил государств, связанная с испытанием оружия, складированием оружия массового поражения, организацией базирования атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, размещением ракет с ядерными боеголовками и т. п.;
- эколого-социальные проблемы населения отдельных государств, регионов, территорий, рассматриваемые в экономическом, медико-экологическом и культурно-этническом аспектах.

Анализ перечисленных проблем, показывает, что абсолютное большинство из них носит антропогенный характер, является следствием негативного воздействия на природу человека, вооруженного техникой и научно-техническими знаниями. В табл. 1 показаны изменения окружающей среды в 1970-90-е годы и прогноз на 2030 г.

Таблица 1.

Изменение окружающей среды и ожидаемые тенденции до 2030 г.

Характеристика	**Тенденция 1970-1990 гг.**	**Сценарий 2030 г.**
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0,5-1,0 % в год на суше; к началу 1990 г. их сохранилось около 40 %.	Сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше.
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40 % на суше, 25 % - глобальный.	Рост потребления: 80-85 % на суше, 40-50 % - глобальный.
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых процента до первых процентов ежегодно.	Рост концентрации, ускорение роста CO и CH_4 за счет ускорения разрушения биоты.
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой	Истощение на 1-2 % в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр.	Сохранение тенденции даже при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г.
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180±20 тыс. км^2 (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10.	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9-11 млн. км^2, сокращение площади лесов умеренного пояса.
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км^2 в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь.	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопление поллюстантов в почвах.
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление.	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель на душу населения.
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1-2 мм в год.	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год.
Стихийные бедствия, техногенные аварии	Рост числа на 5-7 %, рост ущерба на 5-10 %, рост числа жертв на 6-12 % в год.	Сохранение и усиление тенденций.
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов.	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы.

Качественное истощение вод на суше	Рост объема сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации.	Сохранение и нарастание тенденций.
Накопление поллютантов в средах и организмах, миграция в трофических цепочках	Рост массы и числа поллютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические бомбы».	Сохранение тенденций и возможное их ускорение.
Ухудшение качества жизни, рост числа заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды (в том числе генетических), появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост числа генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост числа аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса.	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост числа заболеваний, связанных с экологическими нарушениями (в том числе генетических), расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней.

В докладе упоминавшегося выше Римского клуба, озаглавленном «Пределы роста», авторский коллектив под руководством американского кибернетика Д.Медоуза построил прогностическую модель мира, используя в качестве переменных факторов рост населения, капиталовложения, занятое человеком земное пространство (степень нарушенности экосистем), степень использования природных ресурсов, загрязнение биосферы. Выводы доклада сводились к следующему: при сохранении темпов роста и тенденции развития экономики человечество придет к катастрофе и погибнет в 2100 г. К этому времени большая часть населения вымрет от голода и истощения. Природных ресурсов не хватит на производство необходимых материальных благ; из-за загрязнений окружающая среда станет непригодной для обитания в ней человека.

Действительно, в последние десятилетия XX и начале XXI вв. мировая экономика, балансируя на грани самого глубокого и затяжного спада за всю

историю, переживает непростые времена. Ее буквально сотрясают энергетический, сырьевой и продовольственный кризисы, грандиозные социально-политические перемены планетарного масштаба. В этих условиях сохранение природы и рациональное природопользование стали одними из наиболее важных проблем, затрагивающих жизненные интересы всех народов. Они отражаются на многих сторонах современных международных политических и экономических отношений.

Природа в широком смысле слова – сложная саморегулирующаяся система земных предметов и явлений. Для человека природа – среда жизни и единственный источник существования. Как биологический вид он нуждается в определенных температуре, давления, составе атмосферного воздуха, природной воде с примесью солей, растениях и животных.

Человек пользуется природными ресурсами с моментами своего появления. Поскольку в течение долгих тысячелетий это потребление было незначительным и ущерб, наносимый природе, незаметным, в обществе укоренилось представление о неисчерпаемости ее богатств – ведь своей жизнедеятельностью человек влияет на окружающую среду не больше, чем другие живые организмы. Однако их влияние несравнимо с тем огромным воздействием, которое оказывает его трудовая деятельность, дающая ему возможность удовлетворять свои нужды на уровне гораздо более высоком, чем другие биологические виды.

Сегодня человечество достигло во всех областях науки и техники больших успехов, чем за всю историю своего развития. Это создало реальную возможность вовлекать в производство со все уменьшающимися затратами огромную массу природных ресурсов. Естественно, что в условиях роста населения громадный объем их использования без достаточно широкого воспроизводства приводит к их истощению. Речь идет в первую очередь о богатствах недр, которые извлекаются во много раз быстрее, чем идет естественное их накопление. Оказались загрязненными промышленными и бытовыми отходами атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды,

почвы. Вредные вещества накапливаются в растениях, организмах животных и вместе с пищей попадают в организм человека, создавая опасность для его здоровья.

Неумеренное, хищническое изъятие ресурсов оборачивается катастрофическим обеднением запасов недр и органического мира, вызывает нарушение структуры почвенного покрова, ухудшение состояния воздуха и воды. Сейчас эти явления стали типичными для многих стран, приобрели глобальный характер. В результате разрушается иллюзорное представление о бесконечности природных богатств. На смену ему приходит понимание, что необходимо расходовать их более бережно, что природе нужна охрана.

Актуальность перечисленных выше экологических проблем сделала их предметом обсуждения на самых высоких уровнях общества. На Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992) был декларирован принцип «sustainable development», который можно трактовать как «самоподдерживающееся развитие». Этот термин получил в настоящее время не только биологический, но и экономический смысл и используется как понятие «устойчивое развитие».

Главная проблема устойчивого развития общества – излишне высокий уровень потребления в промышленно развитых странах. Промышленная революция вовлекла весь мир в систему производства, нарушившую окружающую среду в глобальном масштабе. «Война против природы – самая фатальная война из всех в истории человечества, которая принесет жертв больше, чем за 2,5 миллиона предыдущих лет».

Опасность современного экологического кризиса состоит в том, что он ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни. Устойчивое развитие требует расширенного воспроизводства возобновляемых природных ресурсов для сохранения равенства условий и использования минерального сырья для ныне живущих и

будущих поколений. Преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих разрушение и деградацию окружающей среды.

В целом современная экологическая обстановка такова, что перед всеми, кто осуществляет научно-технический прогресс и использует его достижения, встало неотложное объективное требование: строго учитывать ранимость природы, не допускать превышения пределов возможности восстановления природных процессов, всесторонне и глубже изучать и знать сложные, диалектически взаимосвязанные природные явления, не обострять негативные противоречия с естественными закономерностями, чтобы не вызвать необратимых процессов в окружающей среде.

Во избежание всевозможных конфликтов, противоречий с природой необходимо осуществлять научно обоснованные прогнозы, которые бы дали возможность предвидеть и предсказывать характер последствий наших взаимоотношений с природой.

Могущество цивилизации, прежде всего, научно-технического прогресса, может быть использовано не только во благо, но и во вред, может служить источником смертельной опасности для всего живого на Земле. Печальными примерами могут служить взрывы атомных бомб в Нагасаки и Хиросиме, аварии на Чернобыльской и других атомных станциях, что, к сожалению, является не единственным проявлением мощности и современной цивилизации, способной поставить человечество и природу на грань катастрофы. Наибольшую опасность вызывают изменения, происходящие в атмосфере. По прогнозам они способны оказать влияние на климат планеты и на окружающую среду. Изменения, например, газового состава атмосферы может отрицательно подействовать на все живые организмы. И может случиться так, что, прежде всего человек окажется, не приспособлен к новому газовому составу атмосферы.

Одним из отрицательных последствий НТР является загрязнение биосферы. Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды,

которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия – тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. Генетическая активность поллютантов приводит к нарушению наследственных структур живых организмов и генетической структуры популяции. В связи с этим одной из центральных проблем биологии и медицины является оценка и регулирование уровней генетической опасности антропогенного загрязнения среды.

В 60-80 годах уходящего столетия наиболее масштабным и опасным экологическим «бичом» природной среды были пестициды. В 90-х годах и, особенно, в начале следующего столетия приоритетными загрязнителями становятся тяжелые металлы. На территории бывшего СССР расположено несколько антропогенных зон радиационного загрязнения. Наиболее крупные из них находятся вокруг ядерных полигонов Семипалатинска и Новой Земли, а также на территории Восточно-Уральского и Чернобыльского радиоактивных следов. Авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) создала экологическую ситуацию, имеющую ряд особенностей:

1. большую площадь загрязнения с различными, в некоторых регионах – довольно высоким уровнем радиации;

2. длительность загрязнения, обусловленную большими величинами периодов полураспада 137Cs, 90Cr (около 30 лет) и плутония (более 10 тыс. лет);

3. разнообразие радионуклидов, в результате которого происходит одновременное взаимодействие у-, (3- и ос-излучений);

4. наличие на территории радиоактивного следа различных антропогенных химических загрязнений, обусловливающих сложную картину отклика биоты на совместное воздействие химических и физических факторов.

Создание современных средств связи и новых промышленных технологий, связанных с использованием мощных электромагнитных полей (ЭМП),

использование различных электрических приборов и установок в медицинской практике, быту и производстве обусловило значительное усиление воздействий ЭМП низкочастотного (НЧ), высокочастотного (ВЧ), сверхвысокочастотного (СВЧ) и крайне высокочастотного (КВЧ) диапазонов на живые организмы, в том числе и человека.

Высказаны предположения о том, что регистрируемый в последние годы рост числа онкологических заболеваний может зависеть (помимо прочих причин) и от антропогенного повышения электромагнитного загрязнения биосферы. Проведение дальнейших фундаментальных исследований биологических эффектов электромагнитных полей чрезвычайно актуально, т. к. имеет большое значение для понимания их роли в эволюционном развитии организмов и прежде всего человека.

Тяжелые металлы, ионизирующая радиация и ЭМП редко оказываются единственными фактором внешней среды, воздействующим на живые организмы. В сочетании с множеством других факторов, воздействующих на живые организмы, они обеспечивают генетические эффекты, которые могут сильно отличаться от простой суммы эффектов этих факторов при их изолированном воздействии. Именно поэтому необходим анализ сочетанного действия различных химических и физических факторов техногенного загрязнения окружающей среды.

В беднейших регионах мира примерно каждый пятый ребенок не доживает до пяти лет. Основной причиной их смерти являются заболевания, связанные с состоянием окружающей среды. От них ежегодно по всему миру умирают 11 млн. детей, что равно населению Норвегии и Швейцарии вместе взятых.

Каждый год в мире умирает 49 млн. человек. По данным ВОЗ примерно 75 % из этого числа – преждевременные смерти, связанные с плохим состоянием окружающей среды.

Россия занимает особое место в глобальных экологических процессах и является основной стабилизирующей силой в охране и восстановлении окружающей природной среды на планете. 60 % российских земель, еще не

тронутых хозяйственной деятельностью (Арктика, Восточная Сибирь, севре Дальнего Востока и высокогорные страны), представляют чрезвычайную ценность не только для нашей страны, но и для всего человечества. Животный и растительный мир этих территорий является одним из особо значимых оставшихся на Земле природных ресурсов, поддерживающих существование развитых стран Европы, Азии и Америки. Неосвоенные территории России с ее природными богатствами – сдерживающий фактор глобального экологического кризиса. Потеря, истощение этих ресурсов означает для России неуклонное возрастание угрозы ее национальным интересам и безопасности граждан. Другие 40 % российских земель (центр и юг европейской части Российской Федерации, Средний и Южный Урал, Западная Сибирь, Поволжье), на которых проживает более 60 % населения страны, фактически являют собой картину экологического бедствия. От хронических заболеваний, вызванных тяжелой экологической обстановкой, ежегодно умирают от 300 до 350 тыс. человек.

Более чем в 40 регионах РФ загрязнение воды и воздуха достигает угрожающих размеров. Объем сточных вод в России составляет около 70 куб. км в год, а объем очищаемых вод из-за несостоятельности действующих очистительных сооружений – менее 3 куб. км. В подавляющем числе створов рек загрязненность вод квалифицируется как «загрязненная» и «грязная», а рр. Оке, Каме, Томи, Иртыше, Тоболе, Миассе, Исети, Туре, Урале как «очень грязная». Даже вода Невы загрязнена нефтепродуктами в 3-5 раз выше нормы, а в некоторых местах и в 10 раз.

Ежегодно в атмосферу поступает около 20 млн. т химических веществ от действующих предприятий и 17 млн. т – от транспорта. В стране насчитывается более 25 млн. единиц транспорта, к 2020 году их количество удвоится. В 206 городах среднегодовые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе превышает 10 ПДК. Самое высокое загрязнение атмосферного воздуха отмечается в Норильске, Нижнем Тагиле, Магнитогорске, Новокузнецке, Череповце. Задыхаются от автомобильных газов Москва, Санкт-Петербург,

Краснодар и некоторые другие города России. Только в Москве автотранспорт выбрасывает в атмосферу 1,2 млн. т вредных веществ за год.

На территории России суммарная активность радиоактивных отходов насчитывается в 4 млрд. кюри.

Обостряется проблема загрязнения почв, поверхностных и подземных вод нефтью и нефтепродуктами. Наиболее опасная ситуация наблюдается в северных районах страны – в Республике Коми, Тюменской и Томской областях, где располагаются основные нефтегазовые месторождения. Экологическими последствиями этой проблемы являются деструкция экосистемы тундры, истощение биологических ресурсов, загрязнение рек и озер и т. д. Сейчас общий объем загрязнений от нефтедобывающей отрасли составляет 1,2 млрд. т нефтеводяных эмульсий. Каждый год дополнительно засоряется около 30 тыс. га земли. Угроза загрязнения исходит и от недостаточной экологически безопасной консервации отработанных скважин.

Как отмечает первый заместитель Председателя комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии И. Н. Никитчук общественность и руководители страны забили тревогу. Состоялось несколько крупных совещаний на уровне президента страны и председателя правительства на тему экологии. Принят ряд важных документов. А 2013 год был объявлен президентом годом сохранения окружающей среды.

Казалось бы, ориентиры заданы, надо к ним стремиться в рамках устойчивого развития экономики и общества в целом. Однако правительство вместе с большинством депутатов Государственной Думы зачастую принимают законы, которые не только улучшают экологическую ситуацию, а наоборот, ее усугубляют. Получается, что правая рука не знает, что делает левая…

Вот несколько примеров, касающихся обращения с отходами.

Федеральным законом от 30.12.2008 № 309 отменено лицензирование всех видов деятельности по обращению с отходами V класса опасности.

Федеральным законом от 04.05.2011 № 99 исключено лицензирование транспортировки отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 25.06.2012 № 93 исключены из лицензируемых видов деятельности сбор и использование отходов I-IV классов опасности.

Федеральным законом от 24.06.1998 № 89 отменено регулирование обращения с биологическими и медицинскими отходами.

Необходимо отметить, сто практически все эти «новации» под флагом устранения «излишних административных барьеров» принимались без участия Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии.

В итоге сегодня хозяйствующий субъект, который осуществляет сбор, использование, транспортировку отходов, освобожден от обязанности получения лицензии на указанные виды деятельности. Как результат – полностью парализован лицензионный контроль на эти виды деятельности.

Образованные законодателем пробелы в экологическом и природоохранном законодательстве стали причиной резкого роста случаев незаконного размещения отходов: их сбрасывают в лесах, парках, сливают в водные объекты и т. д.

В Конституции России есть статья 58, которая предписывает: «Каждый обязан сохранять природную окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам». Приведенные примеры «законотворчества» в области охраны окружающей среды свидетельствуют о том, что российским законодателям «закон не писан!». Между тем в той же Конституции есть статья 42, которая гласит: «Каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, а также на достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями».

Таким образом, наряду с правом на благоприятную окружающую среду Конституция РФ закрепляет право каждого на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Аналогичное право закреплено в Законе РФ об охране окружающей природной среды.

Между тем проблемы обеспечения, соблюдения и защиты экологических прав граждан в России в практическом плане сейчас далеки от решения. Механизм защиты экологических прав граждан в России находится на начальной стадии формирования. Важнейшую роль в решении этих взаимосвязанных проблем будут играть такие факторы, как создание развитой системы современного экологического законодательства, последовательное обеспечение финансирования охраны окружающей среды, профессиональная подготовка управленческого аппарата, прокурорских работников и судей, а также политическая воля органов законодательной, исполнительной и судебной властей.

Среди наиболее эффективных путей решения экологических проблем необходимо выделить внедрение экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, сырья, продукции и оборудования, рациональное использование природных ресурсов.

В условиях текущего финансово-экономического кризиса одной из главных задач экологической политики становятся нормирование допустимого воздействия на окружающую среду на основе показателей наилучших доступных технологий (НТД).

НТД – концепция предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды, разработанная и совершенствуемая мировым сообществом с 1970-х годов. Эта концепция основана на внедрении на предприятиях более качественных и экономически эффективных технологий, применимых для конкретной отрасли промышленности, с целью повышения уровня защиты окружающей среды.

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется масштабная разработка нормативно-правовой базы по регламентации внедрения НДТ. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации № 2178-р от 31.10.2014 г. был утвержден поэтапный график создания в 2015-2017 гг. 7 информационно-технических отраслевых справочников НДТ, которые будут включать в себя:

— Общую информацию о рассматриваемой области промышленности.

— Описание технологических процессов, используемых в настоящее время.

— Текущие уровни эмиссий в окружающую среду.

— Экономические аспекты реализации НДТ.

— Перспективные технологии.

Применение НДТ на предприятиях не только обеспечит поддержание конкурентоспособности российских предприятий и снизит риски введения торговых и иных ограничений для российских компаний по основаниям экологической безопасности, но и позволит корректировать действия хозяйствующих субъектов на основе финансовой мотивации к модернизации производства. Все это, в целом, приведет к улучшению экологической обстановки в Российской Федерации.

1.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под ***загрязнением окружающей среды*** понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Эти нежелательные изменения свойств окружающей среды могут происходить под влиянием как естественных, так и искусственных (техногенных) источников. К естественным источникам относятся такие опасные природные явления как вулканические извержения, лесные и степные пожары, пыльные бури, вклад которых в общее загрязнение окружающей среды считается незначительным. Основными источниками загрязнения окружающей

среды считаются техногенные, связанные с производственной деятельностью человека.

Человек оказывает следующее воздействие на окружающую среду:

1. Изъятие из природы ее отдельных компонентов, использование природных ресурсов.

2. Выброс в природную среду отходов хозяйственной деятельности, загрязнение этой среды.

3. Преобразование природных комплексов в хозяйственных целях.

При этом различают:

— **Прямое воздействие** – непосредственное действие в отношении каких-либо компонентов природы (срубили лес, распахали степь – стало поле, освоили целину – получили урожай).

— **Косвенное воздействие** – следствие прямого воздействия (в результате почвы обедняются, из-за распашки происходит эрозия почвы, степь превращается в пустыню).

— **Комбинированное воздействие** – комбинация этих двух форм. Обычно любое воздействие на природу при тщательном рассмотрении оказывается комбинированным.

Природные ресурсы – *объекты, условия* и ***процессы природы,*** используемые (или которые могут быть использованы) человеческим обществом для удовлетворения материальных, научных и культурных потребностей общества. Природные ресурсы делятся на ***исчерпаемые*** (невозобновляемые, относительно возобновляемые, возобновляемые) и ***неисчерпаемые*** (климатические, космические, водные).

Если темпы использования исчерпаемых ресурсов превышают скорость их восстановления, они могут быть утрачены. На количество неисчерпаемых ресурсов человек оказать существенного влияния не может, но может оказать заметное воздействие на их качество (прозрачность атмосферы влияет на количество поступающей солнечной энергии, загрязнения воды и пр.). Современный этап развития общества характеризуется интенсивным

использованием невозобновляемых видов природных ресурсов и эксплуатацией возобновляемых ресурсов со скоростью, превышающей возможности их воспроизводства.

Природные ресурсы делятся на *заменимые* и *незаменимые*:

— ***Заменимые*** – нефть, газ и т. д. – могут быть заменимы в определенных пределах;

— ***Незаменимые*** – солнечный свет, воздух, вода, генетические ресурсы.

По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества в России конечный продукт составляет всего 2-4 %.

По масштабам распространения техногенные загрязнения делятся на *локальные, региональные* и *глобальные*.

Для атмосферы ***локальными*** считаются загрязнения, оказывающие влияние на внешнюю среду в радиусе 80 км, ***региональными*** – 90-800 км, глобальными – более 800 км.

Загрязнение почвы региональное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения.

Загрязнение почвы глобальное – загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса загрязняющего вещества в атмосфере на расстояния, превышающие 1000 км от любых источников загрязнения.

По продолжительности воздействия техногенные загрязнения делятся на *кратковременные* и *долговременные*.

Кратковременные загрязнения – единичные выбросы в атмосферу – взрывы, утечки газа, нефтепродуктов.

Долговременные загрязнения – постоянно или длительно действующие источники загрязнения (промышленные предприятия, ТЭС, гидросооружения и т. д.), могут привести к значительным изменениям компонентов внешней среды.

По характеру воздействия техногенные загрязнения делятся на *физические*, *биологические* и *химические*.

Физиологические загрязнения – тепловой нагрев, шум, электромагнитное и радиоактивное излучения (изменяют непосредственно физические характеристики среды).

Химические загрязнения – оксиды серы, азота, углеводороды, тяжелые металлы, фтористые соединения и другие химические вещества – изменяющие химический состав атмосферы, гидросферы и почвы.

Биологические загрязнения – нехарактерные и нежелательные для данной экосистемы живые организмы (вирусы, бактерии и др. – например колорадский жук).

По источнику загрязнения делятся на:

Естественные – возникающие в результате деятельности бактерий, стихийных бедствий, естественных геологических процессов.

Искусственные – источниками, которых является энергетика, транспорт, сельское хозяйство, коммунальнобытовые системы.

Естественное загрязнение биосфера обычно способна преодолеть за счет процессов саморегуляции и самовосстановления (самолечения).

Искусственные загрязнения (техногенные) – результат хозяйственной деятельности человека, их биосфера полностью обычно переработать не может в силу нескольких причин:

1. Количество техногенных загрязнений очень велико.
2. Среди техногенных загрязнений присутствуют вещества, не характерные для природы в ее нормальном состоянии – ***ксенобиотики*** (большинство синтетических веществ). Ксенобиотики не вписываются в естественный круговорот веществ и не могут быть переработаны природой.
3. Многие техногенные загрязнители подавляют естественные процессы самоочищения и самовосстановления, в т.ч. многие ксенобиотики, ПАВ и т. д.

Техногенные загрязнения в природе могут накапливаться в неизменном виде, а могут быть подвергнуты трансформации – изменению. При трансформации загрязнителей под воздействием химических и физических факторов могут образовываться как более простые вещества, так и более сложные вещества. Трансформация загрязнителей в окружающей среде – превращение химических соединений под влиянием химических, физических и биологических факторов – например, в верхних слоях атмосферы под действием солнечного света фреоны разлагаются с выделением атомарного хлора; сернистые газы (SO2 и SO3) во влажном воздухе образуют сернистую и серную кислоту (кислотный дождь) и т. д. Выделяют трансформацию загрязнителей под воздействием биологических факторов (биотрансформацию). *Биотрансформация* происходит в процессе продвижения загрязнителей по пищевым цепям, и приводит к биодеградации, биоусилению или биоаккумуляции исходных загрязнителей.

Биодеградация – разложение (например, биоразлагаемые органические вещества под воздействием аэробных бактерий превращаются в CO2, H2O, фосфиты и др.).

Биоусиление – процесс превращения исходного загрязнителя в более опасное вещество (под воздействием бактерий металлическая ртуть превращается в метил или этилртуть, которые гораздо более опасны).

Биоаккумуляция – постепенное накопление организмами вредных веществ в ходе их обитания в загрязненной среде за счет неполного выделения загрязнителей из организма. Концентрация биоаккумулируемых веществ возрастает по мере продвижения по пищевым цепям (ДДТ, ртуть и т. д.).

Техногенное загрязнение окружающей среды ведет в конечном итоге к:

1. Ухудшению качества окружающей среды.
2. Образованию нежелательных потерь вещества, энергии, труда и средств при добыче и заготовке человеком сырья и материалов, которые превращаются в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.

3. Необратимому разрушению не только отдельных экологических систем, но и биосферы в целом, в том числе воздействию на глобальные физико-химические параметры окружающей среды.

4. Потере плодородных земель, снижению продуктивности экологических систем в целом биосферы.

5. Прямому или косвенному ухудшению физического и морального состояния человека – главной производительной силы общества.

1.3. ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Источник загрязнения атмосферы

Хозяйствующими субъектами ежегодно выбрасывается в атмосферу более 15 млрд. т CO_2, 200 млн. т CO, более 500 млн. т углеводородов, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет, по некоторым данным, более 19 млрд. т.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно после химических превращений в атмосфере либо совместно с другими веществами. Из всей массы загрязняющих веществ, которые поступают в атмосферу от техногенных источников, 90 % составляют газообразные вещества (оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных метало и др.), 10 % – твердые и жидкие вещества.

Тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое ископаемое топливо, относятся к наиболее мощным источникам выбросов вредных веществ в атмосферу. Согласно данным Минприроды РФ, в 1995 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ТЭС составил 4474 тыс. т. (твердых веществ – 1349 тыс. т., диоксида серы – 1913,5 тыс. т.,

оксида азота – 1045 тыс. т., оксида углерода – 124 тыс. т.) или 89 % общего выброса по энергетической промышленности.

Автомобильный транспорт выделяет 60 % газообразных загрязнителей воздуха. В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит до 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны Pb, CO_x, NO_x, C_xH_y, бензапирен. В выхлопных газах содержится большое количество углеводородов, их доля резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте.

Крайне опасной частью выхлопных газов являются соединения свинца, образующиеся при сгорании в двигателе автомобиля тетраэтилсвинца $РЬ(C_2H_5)_4$, добавляемого к бензину для повышения октанового числа. При этом при сжигании 1л бензина в воздух поступает 200-700 мг свинца.

Содержание вредных веществ в составе отработавших газов зависит от типа двигателя, режима его работы, общетехнического состояния автомобиля, марки бензина.

В черной металлургии процессы выплавки чугуна и переработки его на сталь также сопровождаются выбросом в атмосферу пыли и различных газов. Выброс пыли в расчете 1 т. чугуна составляет 4,5 кг., CO_2 – 2,7 кг., Mn – 0,5-1 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу в небольших количествах выбрасываются также соединения As, P, Sb, пары Hg и редких металлов, HCN и смолистые вещества.

В 1995 г. валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом по отрасли составил 2735 тыс. т. или 15 % общепромышленного объема выброса. При этом основной объем загрязнений приходится на оксид углерода (70 %).

Цветная металлургия служит источником загрязнения атмосферы пылью и газами. Выбросы предприятий цветной металлургии содержат токсичные пылевидные вещества As, Pb и др., поэтому они особо опасны. При получении металлов электролизом образуется большое количество газообразных и фтористых соединений. Выброс вредных веществ по отрасли составил 3693,2 тыс. т. или 20,4 % от объема выбросов промышленности России.

В угольной промышленности источником загрязнения являются промышленные отвалы пустой породы, или так называемые терриконы. Внутри террикона вследствие самовозгорания длительное время идет горение угля и пирит, сопровождающееся выделением SO_2, СЩ и продуктов возгорания смолистых веществ (бенз(а)пирен).

В 1995 г. одними предприятиями отрасли выброшено в атмосферу 626,5 тыс. т. вредных веществ, из них около 50 % приходится на объединение «Воркута-уголь».

Состав промышленных выбросов в химической промышленности весьма разнообразен; большинство химических соединений является весьма токсичным для организма человека: CO, NO_x, SO_x NH_3, пыль неорганических веществ, H_2S, соединения галогенов, органические вещества, цианистые соединения.

В 1995 г. объем выбросов в атмосферу в целом по отрасли составил 488,4 тыс. т. Для химических и нефтехимических производств характерны значительные объемы металлической ртути, составившие 54 % от общего объема этих выбросов промышленности России в 1995 г.

Валовой выброс вредных веществ в атмосферу в целом в промышленности строительных материалов в 1995 г. составил 674,2 тыс. т. При этом наибольший «вклад» вносят цементные предприятия – 273 тыс. т. или 40,5 %. В выбросах содержатся в основном пыль и взвешенные вещества (54 % от суммарного выброса по отрасли), а также оксид углерода (23,3 %).

При современных производственных технологиях невозможно исключить попадание в атмосферу всевозможных примесей, в том числе и вредных для здоровья всего живого на Планете и для природной среды. Для оценки допустимого уровня их содержания в атмосфере введено в качестве экологического норматива понятие предельно допустимой концентрации (ПДК).

Вся беда, однако, в том, что при правильно выбранных нормативах вредных выбросов они повсеместно не соблюдаются. Состояние атмосферного воздуха, особенно в промышленных регионах России, крайне неблагополучно. Среднегодовая концентрация пыли, фенола, аммиака и двуокиси азота во многих

городах страны выше санитарно-гигиенических норм. Систематически отмечается превышение ПДК некоторых вредных примесей в воздухе: в 73 городах – по взвешенным веществам, в 96 – по диоксиду азота, в 103 – по формальдегиду. Около 44 % населения страны (65 млн. человек) живет в городах, в которых превышены нормы загрязнения воздуха. Более чем в 100 городах – местах проживания 40 млн. человек – загрязнение воздушного бассейна официально считается опасным, причем в ряде городов периодически отмечались уровни экстремально высокого загрязнения – более 50 ПДК.

В качестве примера в табл. 1 приведены данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, полученные в 1998 году. Таким образом, основными источниками загрязнения атмосферы являются промышленность, автомобильный транспорт и пожары. Экологическое состояние Планеты начинает отражаться на климате и непосредственно влиять на локальную погоду. Все сильнее сказывается проявление парникового эффекта как следствие увеличения в атмосфере парниковых газов. Парниковые газы нарушают радиационный баланс, увеличивают температуру нижних слоев тропосферы Земли, что в свою очередь ведет к общему потеплению на Планете со всеми вытекающими из этого и далеко не благоприятными последствиями.

Таблица 1.

Данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

Город	**Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения**	**Город**	**Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения**
1	**2**	**3**	**4**
Ангарск	Формальдегид, бенз(а)пирен	Новгород	Аммиак, диоксид азота, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества
Архангельск	Сероуглерод, формальдегид, метилмеркаптан	Новокузнецк	Формальдегид, фтористый водород, диоксид азота, взвешенные вещества

Благовещенск, Амурская область	Формальдегид, взвешенные вещества	Новороссийск	Формальдегид, диоксид азота, оксид азота, взвешенные вещества
Бийск	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества	Омск	Формальдегид, ацетальдегид, сажа
Братск	Диоксид азота, формальдегид, втористый водород, сероуглерод	Ростов-на-Дону	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
Иркутск	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества	Санкт-Петербург	Фенол, диоксид азота, аммиак, бенз(а)пирен
Кемерово	Сероуглерод, аммиак, формальдегид, сажа	Саратов	Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества
1	**2**	**3**	**4**
Красноярск	Бенз(а)пирен, хлор, взвешенные вещества	Селенгинск	Формальдегид, фенол, сероуглерод, метилмеркаптан
Краснодар	Фенол, формальдегид, взвешенные вещества	Ставрополь	Формальдегид, диоксид азота, фенол
Кызыл	Бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества	Сызрань	Формальдегид, диоксид азота
Липецк	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Тюмень	Формальдегид, свинец, взвешенные вещества
Магадан	Фенол, формальдегид, диоксид азота	Улан-Удэ	Формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Магнитогорск	Диоксид азота, фенол, взвешенные вещества	Хабаровск	Бенз(а)пирен, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, аммиак
Москва	Аммиак, диоксид азота, формальдегид	Чита	Бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества
Нижний Тагил	Фенол, формальдегид, сероуглерод	Южно-Сахалинск	Сажа, диоксид азота, взвешенные вещества

Источники загрязнения природных вод

Загрязняющие вещества, поступая в природные воды, вызывают изменения физических свойств воды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава воды, в частности появление в ней вредных веществ; появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его

на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий, в том числе и болезнетворных.

Из-за загрязнения природных вод они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта и технических нужд. Особенно пагубно оно влияет на рыб, водоплавающих птиц, животных и другие организмы, которые заболевают и гибнут в больших количествах.

На качественный и количественный состав вод в водоемах оказывает влияние:

1. Миграция химических загрязнений из атмосферы;
2. Поступление загрязняющих веществ в водоемы с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками;
3. Поверхностный сток (дождевые, талые воды).

Сточные воды – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, можно условно разделить на несколько групп. Так, по физическому составу выделяют нерастворенные, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Минеральные представлены песком, глинистыми частицами, частицами руды, шлака, минеральных солей, растворами кислот и щелочей и другими веществами.

Органические загрязнения подразделяются по происхождению на растительные, животные, химические вещества. Растительные органические соединения представляют собой остатки растений, плодов, растительного масла и пр. Загрязнения животного происхождения – это физиологические выделения людей и животных, останки животных, клеевые вещества. Химические органические соединения – это нефть и ее производные, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), синтетические моющие средства (СМС), фенол, формальдегид, пестициды и пр.

Бактериальное и биологическое загрязнения присущи главным образом, бытовым и животноводческим водам и стокам некоторых промышленных предприятий (боен, кожевенных заводов, меховых производств, биофабрик, предприятий микробиологической промышленности).

Бытовые сточные воды включают волы от банно-прачечных хозяйств, пищеблоков, больниц и др. Они поступают из жилых и общественных зданий, от бытовых помещений промышленных предприятий в виде канализационных сточных вод. Органическое вещество составляет около 58 %, минеральные вещества – 42 %. Реакция (pH) – нейтральная или слабощелочная.

В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, средство транспортировки. Многие предприятия машиностроения, металлопереработки, коксохимии, тепловые электростанции используют воду для охлаждения. Расход воды на этих предприятиях для охлаждения достигает 80 % от всего используемого количества воды. Кроме химического загрязнения, такая вода способствует и тепловому загрязнению водоема.

На предприятиях пищевой, химической, нефтехимической промышленности вода используется как растворитель, входит в состав продукции. При этом образуются, как правило, специфические сточные воды.

В ряде случаев вода играет роль среды-поглотиля и средства транспортировки. При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми веществами. На химических, целлюлозно-бумажных и гидролизных заводах, а также на предприятиях легкой и пищевой промышленности вода используется в качестве рабочей среды. Химический состав промышленных стоков весьма разнообразен – в соответствии с техническим процессом. Реакция среды колеблетсяот резкощелочной до резкокислой.

Сельскохозяйственные стоки – это стоки животноводческих комплексов и стоки, образуемые при вымывании агрохимикатов и минеральных удобрений за пределы пахотного слоя в водоем (поверхностный сток). Для животноводчиеских стоков характерно ярко выраженное бактериальное и

органическое загрязнение растительного и животного происхождения, а также загрязнение аммиачными соединениями. Поверхностные стоки загрязняются минеральными удобрениям, пестицидами, ядохимикатами, минеральными примесями.

Суммарный объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты России, распределяется между жилищно-коммунальным хозяйством (51 %), промышленностью (35 %) и сельским хозяйством (13 %). Объем сброса загрязненных сточных вод в 1995 г. составил по промышленности – 8,6 млрд. $м^3$, в сельском хозяйстве – 3,2 млрд. $м^3$, по объектам ЖКХ – 12,5 млрд. $м^3$.

Электроэнергетика – крупнейший потребитель пресной и морской воды, для отрасли в общем объеме забора пресной воды промышленностью – 66 %, морской воды – 98 %, по использованмию воды – около 70 %. Водохранилища, возникшие в результате сооружения плотин гидроэлектростанций, помимо положительного эффекта (регулирования речного стока, снижение опасности наводнений и развития эрозии почв, снабжение водой и др.) оказывают и отрицателтное воздействие на природную среду (затопление земель и населенных пунктов, засоление или заболачивание почв, затопление наземной растительности, развитие новых видов водно флоы).

В нефтеперерабатывающей промышленности сброс загрязенных сточных вод в водоемы составляет 31,3 млн. $м^3$, большая их часть (около 80 %) сбрасывается недостаточно очищенными. Серьезный ущерб окружающей среде наносится разливом нефти вследствие прорывов трубопроводов. По данным Минтопэнерго РФ, общее количество аварий на нефтепроводах в 1995 г. составило 25477.

Из общего объема загрязненных сточных вод угольной примышленности (740,2 млн. $м^3$) около 80 % сбрасывается недостаточно очищенными, остальные остаются без очистки. Предприятия черной металлургии сбрасывают 757,7 млн. $м^3$ загрязенных сточных вод, цветной металлургии – 529 млн. $м^3$ (36 % из них сбрасывается без очистки).

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность является одной из самых водоемких отраслей народного хозяйства, которые оказывают значительное воздействие на поверхностные воды. Объем используемой воды в 1995 г. в целом по отрасли достиг 2019 млн. м.^{3}. На эту отрасль приходится более 20 % общего промышленного сброса загрязненных сточных вод в стране.

Сброс загрязненных сточных вод в водоемы предприятиями химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. составил 1451,7 млн. м^3, изи них более 50 % приходится на сточные воды от городских систем канализаций и других предприятий, принимаемых на баланс химических предприятий.

Предприятиями стройиндустрии в водоемы сброшено 129,5 млн. м^3 загрязненных сточных вод, при этом объем сточных вод, поступающих в водоемы без очистки, увеличился до 60,8 млн. м^3.

В 1995 г. предприятиями машиностроения использовано 2,9 млрд. м^3 свежей воды, после энергетики – это наиболее крупный показатель в промышленности. В поверхностные водоемы поступило 1,82 млрд. м^3 сточных вод. Из них загрязненых – 0,78 млрд. м^3, в т. ч. 0,17 млрд. м^3 – без очистки.

Источники загрязнения почв

По своему положению и свойствам почва фактически является конечным местом сосредоточения всех природных и техногенных загрязнений, при этом последние вносят основной вклад:

- теплоэнергетика (угольная пыль, зола, дым, аэрозоли тяжелых шламов – ртути, мышьяка, свинца, ванадия, газы SO_2, SO_3, NO_2, бензапирен, фтористые и мышьяковые соединения, радионуклиды);
- черная металлургия (рудная и железистая пыль, оксиды железа, марганца, мышьяка, зола, сажа, SO_3, SO_2, NH_3, NO_2, HCl);
- цветная металлургия (пыль, пары и оксиды свинца, цинка, кадмия, меди, мышьяка, ртути, фтора, SO_2 и т. д.);

- промышленость строительных материалов (цементная пыль, фтор и др.);
- химическая промышленность (SO_2, SO_3, HF, H_2S, HCl, HNO_3, NH_3, фтористые соединения, углеводороды, растворители, эфиры, фенолы и др.);
- транспорт (углеводороды, свинец, угольная пыль, зола, CO, SO_2, H_2S, бенз(а)пирен, непредельные углеводороды);
- сельское хозяйство (удобрения, пестициды, ядохимикаты и тд.);
- нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность (нефть, нефтепродукты, бенз(а)пирен, серосодержащие соединения и др.);
- атомные электростанции (радионуклиды, йод-131, стронций-90, цезий-137, плутоний-239, калий-42 и др.).

Накопление загрязняющих веществ в почве происходит в результате: непосредственного внесения в почву или на нее (удобрения, пестициды); поступления атмосферных загрязнений в почву (аэрозоли тяжелых металлов, радионулкидоы, летучая зола, газы и др.); поступления загрязнителей в почву с поверхностными стоками; выпадения загрязнителей в почву с атмочферными осадками.

Применение минеральных удобрений приводит к аномально высоким содержанием в почве азота в нитратах и аммиачных соединениях, ионов хлора, фосфора (зафосфачивание почв). При поливах сточными водами в почву попадают патогенные микроорганизмы, личинки гельминтов, канцерогенные вещества.

Среди токсичных веществ, попадающих с атмосферными осадками в почву, особое место занимает сера. В промышленных районах страны с осадками ее ежегодно выпадает 20-30 кг/га (в форме SO_2).

Основные источнки загрязнения почвы канцерогенными веществами – выхлопные газы самолетов, автотранспорта, выбросы промышленных предприятий, тепловые электростанции, котельные. В почву канцерогены поступают вместе с крупно- и среднедисперсными частицами

пыли, при утечке нефти или продуктов ее переработки. Интенсивность загрязнения ими колеблется в значительной степени, что зависит от мощгости загрязнения и других факторов. Основной источник попадания в почву свинца – выхлопные газы автомобилей (ежегодно в почву поступает 250 тыс. т свинца).

Достаточно привести только один пример, свидетельствующий о масштабах химического загрязнения почв. На преприятиях химической и нефтехимической промышленности в 1995 г. образовалось свыше 11 млн. т отходов (шламы, ртутьсодержащие отходы, отработанная соляная и серная кислота, дистиллерная жидкость и шлам производств кальцинированной соды, лигнин, фосфогипс, изношенные шины, резиносодержащие отходы и др.). Из них используется только около 30 %, а остальные отходы либо уничтожаются и вывозятся на свалки, либо складируются в специально отведенных местах.

Проведенная Минсельхозом России еще в 1997 году оценка почв сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, нитратов и других токикантов на площади более 41 млн. га (в том числе 29,5 млн. га на тяжелые металлы, 6 млн. га пашни на содержание остаточных количеств пестицидов) показала, что примерно 1 млн. га загрязнены тяжелыми металлами и мышьяком свыше ПДК. В 2,1 тыс. проб (из общего количества 12 тыс.) обнаружены остаточные количества пестицидов (в 40 случаях – выше ПДК). В среднем по Российской Федерации взятые пробы почвы не соответствовали санитарно-химическим нормам и нормативам: 13,3 % – по санитарно-химическим показателям, 17,35 % – по микробиологическим показателям, 5,41 % – имели повышенное содержание радиоактивных веществ.

Наиболее неблагоприятная обстановка по загрязнению почв вредными веществами в республиках Бурятия, Дагестан, Карелия, Мордовия, Тыва, в Краснодарском и Приморском краях, в Ивановской, Иркутской, Кеемровской. Костромской, Мурманской, Новгородской, Оренбугской, Сахалинской и Читинской областях.

Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются радионуклиды и диоксины.

По вполне объяснимым причинам вопросы радиоактивных загрязнений местности, особенно сельскохозяйственных угодий, зон отдыха, туризма, странами мирового сообщества не рекламируются, поэтому достоверной вляется только информация по территории России.

Радиоактивное загрязнение местности в России определяется:

- радионуклидами как естественно распределенными, так и привнесенными деятельностью человека, связанной в первую очередь с проводившимися в свое время ядерными испытаниями;
- радиоактивным загрязнением территории вследствие аварий, прежде всего, на Чернобыльской АЭС (1986 год) и ПО «Маяк» (1957 год);
- эксплуатацией предприятий ядерного топливного цикла, судовых ядерно-энергетических установок, хранилищ радиоактивных отходов.

Обнадеживающим фактом для жителей России является то, что средние концентрации радионуклидов в целом значительно ниже установленных норм безопасности.

Однако в ряде регионов страны уровень радиоактивного загрязнеиния является достаточно высоким, причем такое положение отмечается на огромных площадях. Так, площадь территорий, загрязненных в результате Чернобыльской аварии до уровня 1 Ки на км^2 составляла в России в начале 57000 км^2. На площади около 650 тыс. га загрязнены земли лесного фонда в Уральском регионе вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк» и его многолетней производственной деятельности. Общая площадь загрязненных радионуклидами территорий предприятий Росатомы составляет 170 тыс. га. Реабилитация этих территорий остается одной из приоритетных социально-экономических задач.

Сродни радиоактивному загрязнению оказалось **загрязнение окружающей среды диоксидами**. Впервые ощутили диоксиновую опасность тридцать лет тому назад партизаны вьетнамских джунглей во время американо-вьетнамской войны, когда с целью уничтожения растительности и вскрытия,

таким образом, партизанских баз и укрытий американцы применяли «оранжевый агент», в состав которого входило некоторое количество диоксинов, в том числе самы опасный из них – 2, 3, 7, 8- тетрахлордибензо-п-диоксин.

Генетические последствия применения диоксинов, с особым коварством, сказавшиеся на вьетнамских детях, заставили весь мир осознать чрезвычайную опасность диоксинов.

Еще больше обострила проблему диоксинов авария на химическом заводе в г. Севезо (Италия) в июле 1976 г., где площадь загрязнения превысила 17 км^2, на которых проживало более 200 тыс. человек. Подробности аварии достаточно хорошо известны, отметим только, что за десять лет (1976-1986 годы) от рака в этом районе умерло более 500 человек. На землях фермеров потребовалось снять слой почвы на глубину до 20 см, чтобы уменьшить уровень диоксина в пахотном слое. Зараженный слой почвы объемом 200 тыс. м^3 был перемещен, захоронен и замене другой почвой. Авария в Совезо по загрязнению территории диоксином была самой крупной в мире, а ведь там по оценочным данным в окружающую среду было выброшено всего от 1,75 до 3 кг диоксинов.

До недавнего времени считалось, что общее количество диоксинов в природе составляет 500-700 тонн, но в связи с достаточно широко распространенными «диоксиноопасными» технологиями можно ожидать и других, более угрожающих количеств этого сильного яда.

Основными источниками загрязнения окружающей среды диоксинами являются:

- хлорорганический синтез, переработка его продукции. сжигание хлорорганических соединений, применение в промышленностми три-тетра-, пентахлорфенолов, полихлорпирокатехинов, полихлорциклогексанов:
- сжигание твердых бытовых отходов, особенно материалов на основе полихлорвинила;
- процессы хлорирования при отбеливании целлюлозы в целлюлозно-бумажной промышленности, воды, содержащей фенольные вещества и лигнины;

- высокотемпературные процессы: плавление меди в электродуговых печах, получение магния, никеля, других металлов и их хлоридов и т. д.;
- выбросы автотранспорта, использующего горюче-смазочные материалы, содержащие присадки хлор- или броморганичесих соединений, а также бензин с добавкой свинца.

Вносят свой вклад в пополнение диоксинов в окружающей среде и крупные промышленные аварии, например, в США в 1949 году, в ФРГ в 1953 году, в Голландии в 1963 году.

Не обошлось без подоных аварий и в России.

В 1992 году в результате аварии на Уфимском химическом комбинате (Башкортостан) в водопроводную сеть города попало значительное количество полихлорфенолов, возникла опасность диоксиновых поражений, что потребовало проведения дорогостоящих защитных мероприятий.

Ряд городов Российской Федерации (Чапаевск Самарской области, Дзержинск Нижегородской области, Новомосковск Тульская область, Серпухов Московская область, Новочебоксарск Республики Чувашия и др.) загрязнены диоксинами и родственными им соединениями, из-за чего здесь отмечались случаи диоскиновых профзаболевний, в том числе и острых.

Острота диоксиновой проблемы для России обусловлена широким внедрением в последнее десятилетие значительного количества отечественных и зарубежных диоксиноопасных технологий и весьма пассивной антидиоксиновой политикой, допускающей применение диоксиновых технологий в различных производствах. Так, например, широко используются вещества, содержащие диоксины (заливка трансформаторов, гербициды сплошного действия, пестициды, бумага и другая продукция, изготовленная с помощью хлорных технологий).

Все это наводит на неутешительные мысли о том, что в природной среде количество диоксинов значительно превышает приведенные выше оценочные данные, и что человечество еще недостаточно адекватно осознает грозящую ему в недалеком будущем диоксиновую опасность.

Кислотные дожди

В последние 15-20 лет возникла сложная и трудноразрешимая экологическая проблема кислотных дождей (pH<5,0). При сжигании различных видов топлив, а также с выбросами различных предприятий в атмосферу поступает значительное количество оксидов серы и азота. При взаимодействии их с атмосферной влагой образуются азотная и серная кислоты. К ним примешиваются органические кислоты и некоторые соединения, что в сумме дает раствор с кислой реакцией.

Согласно расчетам, доля диоксида серы в образованиикислых осадков составляет около 70 %. Появлению кислых осадков способствует также CO_2: из-за его постоянного присутствия в атмосфере нормальным является pH осадков 5,6.

В дальнейшем кислоты выпадают на поверхность суши или водоемов в виде кислотных дождей или иных атмосферных осадков. Отмечены случаи выпадения осадков с pH 2,2-2,3, что соответствует кислотности уксуса.

Общее количество выбросов SO_2 и NO_2 в мире ежегодно составляе более 250 млн. т. В пересчете на душу населений количество выбросов (кг/год): в Дании – 4, бывшем СССР – 18, Англии – 32, Польше – 55, Австрии – 8, Германии – 160, Италии – 20, Швеции – 6 (Г. В. Войткевич, В. А. Вронский, 1996 г.).

Кислые осадки особенно типичные для Скандинавских стран, а также Англии, ФРГ, Бельгии, Дании, Польши, Канады, северных районов США. Отмечаются случаи конфликтных ситуаций из-за их трансграничных переносов. Например, отдельные районы Норвегии, Финляндии, Исландии, Дании на 80-90 % загрязняются со стороны ФРГ и Люксембурга. Для Швеции доля осадков извне близка к 70 %. В России очаги образования приходятся на Кольский полуостров, Норильск, Челябинск, Красноярск и другие районы. В наши дни в Санкт-Петербурге pH дождя колеблется от 4,8 до 3,7, в Красноярске – от 4,9 до 3,8, в Казани – от 4,8 до 3,3. В городах до 70-90 %

загрязнений в атмосферу, в том числе в способствующих образованию кислых осадков, поставляет автотранспорт (Ю. В. Новиков, 1998 г.).

Отрицательное влияние кислых осадков разнообразно: почвы, водные экосистемы, растения, памятники архитектуры, строения и другие объекты в той или иной степени страдают от них.

Действие кислых осадков на почвы наиболее ощутимо проявляется в северных и тропических районах. Для первых это связано с тем, что подкисляются и без того кислые (подзолистые и их разновидности) почвы. Они, как правило, не содержат природных соединений, нейтрализующих кислотность (карюонат кальция, доломит и др.). Почвы в тропиках хотя и имеют нейтральную и щелочную реакцию, но также не содержат веществ – нейтрализаторов кислотности (из-за интенсивного и постоянного промывания дождями).

Поступая в почву, кислые осадки увеличивают подвижность и вымывание катионов, снижают активность редуцентов, азотофиксаторов и других организмов почвенной среды. При pH, равном 5 и ниже, в почвах резко возрастает растворимость минералов, из них высвобождается алюминий, который в свободной форме ядовит. Кислые осадки также повышают подвижность тяжелых металлов (кадмия, свинца, ртути). В ряде мест кислые осадки и продукты их действия (алюминий, тяжелые металлы, нитраты и др.) проникают в грунтовые воды, а затем в водоемы и водопроводную сеть. В итоге происходит ухудшение качеств питьевой воды.

Действие кислых осадков на водные экосистемы весьма многообразно. Кислые осадки, попадая в водные источники, повышают кислотность и жесткость воды. При pH ниже 6 сильно подавляется деятельность ферментов, гормонов и других биологических активных веществ от которых зависит рост и развитие организмов. Особенно отрицательное действие, проявляется в основном на яйцеклетках и молоди.

Сейчас на Земле насчитывается многоие тысячи озер, практически лишившихся своих обитателей. Почти 20 % рек и озер Швеции, Норвегии и Канады потеряли более половины обитающих в них организмов. Так, в Швеции

в 14 тысячах озер уничтожены наиболее чувствительные виды, а 2200 озер фактически безжизнены. Около 1000 озер США заметно подкислены, а более 3 тысяч имеют кислотность, неблагоприятную для многих обитателей.

Действие кислых осаков и атмосферных загрязнений на леса способствует выщелачиванию из растений биогенов (особенно кальция, магния и калия), сахаров, белков, аминокислот. Кислые осадки повреждают защитные ткани, увеличивают вероятность проникновения через них патогенных бактерий и грибов, способствуют появлению вспышек численности насекомых. Такие воздействия имеют конечным результатом снижение продуктивности фитоцнозов, а нередко и их массовую гибель. Накоплено много данных об отрицательном влиянии кислх осадков на растения через почву, прежде всего в результате увеличения подвижности алюминия и тяжелых металлов. Свободный алюминий повреждает молодые корни, создает очаги для проникновения в них инфекций, а также вызывает преждевременное старение деревьев (болезнь Альгеймера).

Особенно сильно повреждаются хвойные леса, что в первую очередь связано с большой продолжительностью жизни их хвои (4-6 лет), обуславливающей накопление в ней относительно больших концентраций токсинов.

Первыми признаками поражения хвойных лесов газами и кислыми осадкамислужат сокращение сроков жизни хвои и уменьшение ее размера. При этом наиболее сильно повреждаются леса, произрастающие в неблагоприятных условиях (на бедных почвах, в горситых метностях, в зоне туманов и т. п.). Высокой поражаемостью отличаются также бук, граб и твердолиственные виды.

Повышенной чувствительностью к загрязнению атмосферы характеризуются многие виды лишайников. В результате они обычно первыми исчезают из экосистем и поэтому являются индикаторами неблагоприятного состояния среды. Это обстоятельство часто используют экологи. Значительные площади пораженных и погибших от загрязнения атмосферы почв лесов имеются в ФРГ, Швеции, Финляндии, Австрии, Польше, Канаде, на севере США

и в других районах. В ФРГ массовое поражение лесов зарегистрировано в начале 80-х годов. В хвойных лесах, особенно пихтовых, повреждения отмечались у 80-90 % деревьев, а в срднем у 10 % всех видов древесных растений. В России повреждено около 1,5-2 млн. га лесов, при этом основные очаги поражения расположены в районе Норильска, Мончегорска, Братска. Всего на Земле из-за кислотнх дождей повреждено леса площадью 31 млн. га.

Сейчас особенное внимание уделяется поражению лесов в результате совместного действия традиционных загрязнителей (SO_2, NO_2) и озона. Приземной озон является в основном продуктом фотохимического смога. В его присутствии интенсивно разрушается хлорофилл, причем как в результате прямого влияния, так и через ускорение расходования витамина С, которые защищает хлорофилл от окисления.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате промышленной, сельскохозяйственной и иной многоплановой деятельности человека возникает техногенная миграция значительных объемов разнообразнейших веществ, являющихся, как правило, загрязнителями окружающей среды.

В соответствии с материалами Международной конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте к экологически опасным отнесены следующие виды производств и объектов:

- атомная промышленность (установки, предназначенные для производства обогащенного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов);

- энергетика (атомные, гидравлические и тепловые электростанции, крупные установки для сжигания топлива);

- черная и цветная металлургия (установки для доменного и мартенового производств, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия);

- нефтехимия, нефте- и газопереработка;

- химическая промышленность (химические комбинаты, производство асбеста, стекла, минеральных удобрений, пестицидов);

- добыча полезных ископаемых (включая нефть и газ);

- транспортировка нефти, газа, продуктов их переработки;

- производство целлюлозы, бумаги, картона;

- транспортировка, хранение, утилизация и захоронения токсичных и ядовитых отходов;

- производство, хранение, транспортировка и уничтожение боеприпасов, взрывчатых веществ и ракетного топлива;

- крупные склады для хранения нефтяных, нефтехимических, химических продуктов, пестицидов;

- строительство дорог, автострад, трасс для железных дорог дальнего сообщения, аэропортов с длиной посадочной полосы более 2 км;

- сельскохозяйственные объекты (животноводческие комплексы и птицефабрики, мелиоративные системы);

- крупные водозаборы поверхностных и подземных вод;

- крупные плотины и водохранилища;

- вырубка лесов на большой территории;

- легкая промышленность (фабрики по очистке, отбеливанию шерсти, кожевенные заводы, красильные фабрики).

Кроме указанных стационарных источников возможных негативных воздействий на окружающую среду, несомненную экологическую опасность представляет автотранспорт.

Техногенное загрязнение по происхождению делится на 4 группы:

- промышленное;

- транспортное;

- бытовое;

- сельскохозяйственное.

Промышленное – потенциальными источниками загрязнения среды в Саратовской области является около 33,3 тыс. предприятий. В окружающую среду (атмосферный воздух) поступает свыше 400 наименований загрязняющих веществ различных классов опасности. Выбросы от стационарных источников в 2009 г. составили 120,867 тыс. т. По объему выбросов лидируют: транспорт (трубопроводный) и связь (ООО 2Газпромтрансгаз Саратов) – 60,1 % от общей доли выбросов, обрабатывающие производства – 23,9 %, производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 7,8 %, добыча полезных ископаемых – 4,8 %, прочие виды экономической деятельности – 3,4 %. В целом по области произошло снижение объемов выбросов ЗВ на 23,0 %. Саратов лидирует по количеству выбросов и сбросов среди всех городов области.

Транспортное – 89 % всех выбросов приходится на предприятия автомобильного транспорта, 2 % – авиатранспорт, 1 % – водный транспорт. Транспорт дает 60-70 % химического и 90 % шумового загрязнения. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований различных загрязнений, в том числе канцерогенных. С транспортом связано более 90 % свинцового загрязнения. В Саратовской области выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников в 2009 г. составили 312,374 тыс. т. При увеличении на 2,4 % общего количества зарегистрированных на территории области автомобилей выбросы ЗВ уменьшились на 6,5 %. Этот факт объясняется уменьшением количества грузового транспорта и автобусов, вносящих наибольший вклад в загрязнение воздушной среды.

Бытовое – ЖКХ является поставщиком различных отходов. Отходы, образующиеся от жизнедеятельности населения, относятся к 4 классу опасности. В Саратовской области ежегодно образуется более 4 млн. $м^3$ ТБО, которые захораниваются на соответствующих полигонах и свалках. На территории области имеется 746 объектов размещения отходов: полигонов

ТБО – 21, санкционированных свалок – 351, несанкционированных свалок – 331, шламонакопителей – 17, иных мест размещения отходов (иловые площадки, отвалы) – 26. Обустройство и эксплуатация большинства существующих свалок ТБО не отвечает в полной мере санитарным и экологическим требованиям. В Саратовской области резко возросло количество несанкционных свалок, которые являются источниками загрязнения окружающей среды, тяжелыми металлами и диоксинами, причем диоксиновое загрязнение может обнаруживаться на расстоянии 5 км.

Сельскохозяйственное – проблема связана с загрязнением водоемов продуктами эрозии, химическое загрязнение менее выражено, что связано с резким сокращением объемов внесения агрохимикатов и с появлением новых классов химических соединений в меньшей степени, влияющих на окружающую среду. Тем не менее, в 2009 г. ФГУ «Саратовский ЦГМС» обследовал почву вокруг склада ГУП «Аткарсагропромхимия» Аткарского района (250 га). Максимальные значения для остаточного количества были обнаружены по ДДТ – 37 ПДК и по ГХЦГ – 6,7 ПДК. Значительное загрязнение обнаруживалось в западном направлении на расстоянии 50 и 100 м от склада. При изучении состояния почв в районе склада пестицидов ОАО «Ершовская сельхозхимия» также были обнаружены остаточные количества вышеперечисленных препаратов, но в значительно меньших концентрациях.

Техногенное загрязнение по природе факторов делится на следующие группы:

— физическое;
— химическое;
— физико-химическое;
— биологическое.

Физическое – связано с изменением физических температурно-тепловых, волновых и других параметров среды. Различают тепловое, шумовое, радиоактивное, световое, электромагнитное.

Тепловое – сточные воды ТЭС теплее на 8-10 градусов, чем вода в водоемах. Такая температура способствует усиленному развитию водорослей и планктона; температурная граница преграждает путь на нерест лосося и угря. Для развития икры налима температурный перепад выше 1,5 градусов достаточно губителен. Кроме того тепловое загрязнение способствует развитию некоторых заболеваний рыб.

Шумовое – человек всегда жил в мире звуков. В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Звуки большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевое ощущение и шок. Длительный шум неблагоприятно действует на орган слуха, понижает его чувствительность к звуку.

Уровень шума в быту:

— уличный транспорт – 80-100 Дб;

— громкая музыка – 130 Дб;

— пылесос – 110 Дб;

— громкая речь – 60-70 Дб.

Считается, что шум реактивного самолета очень опасен для человека – 140 Дб, а взлетающей космической ракеты (175 Дб) – смертелен.

Химическое – связано с увеличением количества химических компонентов в определенных средах, и химическое загрязнение может быть вызвано любым веществом. Наиболее опасными признаны 14 химических элементов, за которыми проводится постоянный мониторинг в окружающей среде и продуктах питания. Наиболее опасны кадмий, ртуть, свинец.

Кадмий – загрязнение продуктов кадмием происходит, как правило, со сточными водами промышленных предприятий, при применении удобрений и пестицидов. Кадмий очень коварен. В небольших количествах он необходим, так как регулирует содержание сахара в крови. Однако при переизбытке он может стать причиной необычайной ломкости и хрупкости костей. В Японии было распространено заболевание «итай-итай» или «ох-ох», которое было связано с тем, что люди употребляли в пищу рис, содержащий остаточные количества

кадмия. У больных отмечалось сильное похудение, деформация скелета и переломы костей. Причем даже глубокий вдох мог вызвать перелом ребер.

Ртуть – первая вспышка массового ртутного отравления была зафиксирована в 1956 г. в Японии на берегах бухты Минамата. Только в 1969 г. удалось доказать, что причиной заболевания стало соединение метилртуть, которое долгое время сбрасывалось со сточными водами в бухту. Вещество попадало с мелкими водорослями в рыбу, а затем с рыбой в человека. На начальных стадиях заболевание проявлялось в расстройстве речи, походки, понижении слуха и зрения. Наиболее тяжелые случаи заканчивались полной слепотой, параличем и смертью. При вскрытии трупов было установлено, что содержание ртути в организме превышало в 50-30000 раз. Это заболевание было установлено благодаря врачу бухты Хаджиме Хосокавы и оно получило название «болезнь минамата». Официальный список жертв – 798 человек.

Свинец – причина летнего листопада – высокое содержание свинца. Свинец попадая в организм человека взаимодействует с сульфидными группами белков, тем самым нарушая и блокируя различные ферментативные системы. Первые симптомы – повышенная активность и бессонница. Они сменяются повышенной утомляемостью, депрессией, нарушением деятельности кишечника, заболеваниями крови и периферической нервной системы.

Физико-химические – аэрозольное загрязнение

Аэрозоли – это аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых неопределяемо долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся либо при конденсации паров, либо при взаимодействии газовых сред, либо попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава. Воздух или газ являются дисперсной средой, а твердые и жидкие частицы дисперсной фазой. Значительная часть аэрозолей формируется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой

зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в них обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода (несгоревший уголь, сажа, смола); реже – оксиды железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, а также соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях.

Биологическое – случайное, связанное с деятельностью человека проникновение в экосистемы чужеродных организмов. Оно бывает биологическое, микробное. Возникает при работе предприятий, производящих антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок.

Классификация загрязнения по масштабам:

- локальное – может быть внутриквартирное водоема, города, деревни;
- региональное – авария на Чернобыльской АЭС;
- глобальное – увеличение концентрации CO^2.

Классификация загрязнения по количественным характеристикам:

- катастрофические;
- незначительные.

Классификация загрязнения по времени нахождения в природе:

- стойкие;
- нестойкие.

По объектам загрязнения бывают:

- загрязнения атмосферы;
- загрязнения гидросферы;

- загрязнения литосферы (почвы).

Загрязнения атмосферы, вызванное деятельностью человека, интенсивно изучается учеными и медиками, поскольку имеет сильный эффект на здоровье людей. Главные источники загрязнения атмосферы: ТЭС, металлургия, Химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная отрасли промышленности, автомобильный транспорт. Аэрозольное загрязнение – это загрязнение атмосферы пылью и жидкими частицами. В результате техносферного *загрязнения гидросферы* отмечаются следующие негативные последствия:

- снижается pH пресных вод и увеличивается содержание в них сульфатов и нитратов в результате загрязнения серной и азотной кислотами из атмосферы;

- выбросы кислотных оксидов в атмосферу приводят к подкислению дождевой воды. Просачиваясь в нижние слои почвы, она лучше растворяет карбонатные породы. Это вызывает увеличение содержания в подземных и речных водах ионов кальция, магния и других, т.е. увеличивается жесткость воды;

- повышается содержание в природных водах фосфатов, нитратов, нитритов и аммонийного азота за счет сельскохозяйственных предприятий;

- возрастает содержание в природных водах ионов тяжелых металлов, прежде всего кадмия, ртути, мышьяка и цинка;

- растет содержание в водах органических соединений, прежде всего биологически стойких, в том числе синтетических ПАВ, иногда фиксируются канцерогенные и мутагенные вещества;

- катастрофически снижается содержание кислорода в природных водах, прежде всего в результате повышения его расхода на окислительные процессы, связанные с «цветением» водоемов, а также вследствие загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами;

- при значительном уменьшении кислорода в воде развиваются восстановительные процессы, в частности сульфаты, восстанавливаются до сероводорода;

- существует потенциальная опасность загрязнения природных вод радиоактивными изотопами химических элементов.

Техногенному загрязнению подвергается в основном самый верхний, относительно тонкий, слой литосферы – почва.

Почва – это плодородный слой, где производится большинство продуктов питания и сырья для него, поэтому он исключительно важен для человека. Стремясь повысить урожаи выращиваемых культур, человек широко применяет удобрения, пестициды, строит оросительные и осушительные системы. К канцерогенным соединениям, появление которых обусловлено неправильной химизацией сельского хозяйства, относятся га-нитрозосоединения.

Значительное загрязнение плодородного слоя почвы и отчуждение сельскохозяйственных земель вызывает складирование, захоронение промышленных и бытовых твердых отходов. Основная масса твердых отходов образуется на предприятиях отраслей:

- горной и горно-химической промышленности (отвалы, шлаки, «хвосты»);
- черной и цветной металлургии (шлаки, шламы, пыль и т. д.);
- металлообрабатывающих отраслей (отходы, стружка, бракованные изделия);
- лесной и деревообрабатывающей промышленности (отходы лесозаготовки, опилки, стружка);
- энергетической – тепловые электростанции (зола, шлаки);
- химической и смежных отраслей промышленности (шламы, фосфогипс, шлаки, стеклобой, пластмассы, резина и т. п.).

Постепенно растет содержание в бытовых отходах пластиков. При сжигании бытовых отходов, содержащих полимерные материалы, возможно образование весьма токсичных соединений, например, диоксинов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем заключается актуальность изучения проблемы техногенного загрязнения окружающей среды?
2. Что такое экологический кризис? Основные периоды развития экологического кризиса.
3. Какие экологические проблемы выделяют в настоящее время?
4. Что такое загрязнение окружающей среды? Какое воздействие на окружающую среду оказывает человек?
5. Основные типы загрязнений в зависимости от факторов воздействия.
6. Какие виды трансформаций загрязнителей Вы знаете?
7. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
8. Перечислите основные источники загрязнения гидросферы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
9. Перечислите основные источники загрязнения почвы и какое влияние они оказывают на здоровье человека.
10. Классификация источников техногенного загрязнения окружающей среды.

РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ И АЭРОЗОЛЯМИ

Основным объектом техногенного загрязнения твердыми частицами и аэрозолями является атмосфера. Из 52 Гг глобальных техногенных выбросов в атмосферу более 90 % приходится на углекислый газ и пары воды, которые обычно не относятся к загрязнителям. Техногенные выбросы в воздушную среду насчитывают десятки тысяч индивидуальных веществ. Однако наиболее распространенные загрязнители сравнительно немногочисленны. Это различные твердые частицы (пыль, дым, сажа), окись углерода (CO), диоксид серы (SO_2), окислы азота (NO и NO_2), различные летучие углеводороды (CH_x), соединения фосфора, сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), хлор (Cl), фтористый водород (HF). Количества первых пяти групп веществ из этого перечня, измеряемые десятками миллионов тонн и выбрасываемые в воздушную среду всего мира и России, представлены в табл. 2.1. Вместе с другими веществами, не указанными в таблице, общая масса выбросов от всех организованных источников, эмиссии которых можно измерить, составляет около 800 млн. т. В эти количества не входят загрязнения воздуха при ветровой эрозии, лесных пожарах и вулканических извержениях. Сюда не входит также та часть вредных веществ, которая улавливается с помощью различных средств очистки отходящих газов.

Наибольшая загрязненность атмосферы приурочена к индустриальным регионам. Около 90 % выбросов приходятся на 10 % территории и суши и сосредоточены в основном в Северной Америке, Европе и Восточной Азии. Особенно сильно загрязняется воздушный бассейн крупных промышленных городов, где техногенные потоки тепла и аэрополлютантов, особенно при неблагоприятных метеоусловиях (высоком атмосферном давлении и термоинверсиях), часто создают пылевые купола и явления **смога –** токсичных смесей тумана, дыма, углеводородов и вредных окислов. Такие ситуации сопровождаются сильными превышениями ПДК многих аэрополлютантов.

Таблица 2.1.

Выбросы в атмосферу пяти главных загрязнителей в мире и в России (млн. т)

	В Е С Ь М И Р		Р О С С И Я	
	Стационарные источники	Транспорт	Стационарные источники	Транспорт
Твердые частицы	57	80	6,4	3,7
Окись углерода	177	200	7,6	10,1
Диоксид серы	99	0,7	9,2	0,07
Оксид азота	68	20	3,0	1,1
Углеводороды	4	50	0,2	2,0

По данным государственного учета, суммарные выбросы загрязняющих веществ на территории РФ за 1991-1996 гг. уменьшились на 36,3 %, что является следствием падения производства. Но темп снижения выбросов меньше темпа спада производства, а в расчете на единицу ВНП выбросы в атмосферу сохраняются на одном уровне.

Более 200 городов России, население которых составляет 65 млн. человек, испытывают постоянные превышения ПДК токсичных веществ. Жители 70 городов систематически сталкиваются с превышением ПДК в 10 и более раз. Среди них такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск, Омск, Кемерово, Хабаровск. В перечисленных городах основной вклад в общий объем выбросов вредных веществ приходится на долю автотранспорта, например, в Москве он оставляет – 88 %, в Санкт-Петербурге – 71 %. По валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу лидирует Уральский экономический район. Наряду с этим Россия в целом не является основным поставщиком вредных выбросов в атмосферу, поскольку поток аэрополлютантов в расчете на одного жителя и на единицу площади страны значительно ниже, чем в США и странах Западной Европы. Зато они заметно выше в расчете на единицу ВНП. Это свидетельствует о высокой ресурсоемкости производства, устаревших технологиях и недостаточности применения средств очистки выбросов. Из 25 тысяч российских предприятий, загрязняющих атмосферу, лишь 38 %

оборудованы пылегазоочистными установками, из которых 20 % не работают или работают неэффективно. Это одна из причин повышенных эмиссии некоторых малых по массе, но токсичных загрязнителей-углеводородов и тяжелых металлов.

Одним из основных загрязнителей атмосферы твердыми частицами и аэрозолями являются теплоэлектростанции (ТЭС). При сжигании угля вся его масса превращается в твердые, жидкие и газообразные отходы. Данные о выбросах главных загрязнителей воздуха при работе ТЭС приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Удельные выбросы в атмосферу при работе ТЭС мощностью 1000 МВт на разных видах топлива, г/кВт·час

Выбросы	**Топливо**		
	Уголь	Мазут	Природный газ
Частицы	0,4 – 1,4	0,2 – 0,7	0 – 0,5
CO	0,3 – 1,0	0,1 – 0,5	-
NOx	3,0 – 7,5	2,4 – 3,0	1,9 – 2,4
SO2	6,0 – 12,5	4,2 – 7,5	0 – 0,02

Твердые частицы и аэрозоли в большом количестве образуются при металлургическом переделе полезных ископаемых (табл. 2.3).

Таблица 2.3.

Газовые и пылевые выбросы (до очистки) основных переделов черной металлургии (без коксохимического производства), в кг/т соответствующего продукта

Выбросы	**Производство**			
	Агломерационное	Доменное	Сталеплавильное	Прокатное
Пыль	20 – 25	100 – 110	13 – 32	0,1 – 0,2
CO	20 - 50	500 – 600	0,4 – 0,6	0,7*
SO2	3 - 25	0,2 – 0,3	4 – 35	0,4*
NOx			0,3 – 3	0,5*
H2S		10 – 60		

*кг/м поверхности металла

Наиболее распространенным источником техногенного загрязнения аэрозолями является автотранспорт. При оптимальной работе автомобильного двигателя сжигание 1 кг бензина сопровождается потреблением 13,5 кг воздуха и выбросом 14,5 кг отработанных веществ. Их состав отражен в табл. 2.4. Вообще в выхлопе современного автомобиля регистрируется до 200 индивидуальных веществ. Общая масса загрязнителей – в среднем около 270 г на 1 кг сжигаемого бензина – дает в пересчете на весь объем горючего, потребляемого легковыми автомобилями мира, около 340 млн. т. Аналогичный расчет для всего автомобильного транспорта (плюс грузовые автомобили, автобусы) увеличит эту цифру, по меньшей мере, до 400 млн. т. Следует также иметь в виду, что в реальной практике эксплуатации автотранспорта весьма значительны разливы и утечки горючего и масел, образование металлической, резиновой и асфальтовой пыли, вредных аэрозолей.

Таблица 2.4.

Состав отработавших газов автомобиля, % по объему

Компоненты	**Двигатели**	
	Карбюраторные	Дизельные
N2	72 – 75	74 – 76
O2	0,3 – 0,8	1,5 – 3,6
H2O	3 – 8	0,8 – 4
CO2	10 – 14,5	6 – 10
CO	0,5 – 1,3	0,1 – 0,5
NOx	0,1 – 0,8	0,01 – 0,5
CxHy	0,2 – 0,3	0,02 – 0,5
Альдегиды	0 – 0,2	0- 0,01
Частицы, г/м3	0,1 – 0,4	0,1 – 1, 5
Бензопирен, мкг/м3	10 – 20	до 10

С автотранспортом напрямую связывают такое сильное загрязнение атмосферного воздуха в больших городах и промышленных центрах, как смог (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Смог над городом

Впервые термин «смог» был введен доктором Генри Антуаном де Во (англ. Henry Antoine Des Voeux) в 1905 году в статье «Туман и дым» (англ. Fog and Smoke), написанной для Публичного Конгресса о здоровье. 26 июля 1905 года лондонская газета Daily Graphik процитировала его: «Он сказал, что нет нужды в науке, чтобы понять, что этот дымовой туман – смог – порождение города, которое не встречается в сельской местности».

Смог бывает следующих типов:

- Влажный смог лондонского типа – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства.

В декабре 1952 г. за 3-4 дня, в течение которых над Лондоном держался смог, погибли 4 тыс. человек, столько же, сколько во время эпидемии холеры в 1854 г. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным, когда сильно загрязнен ядовитыми примесями. В

лондонском смоге такой токсической примесью был диоксид серы, концентрация которого достигала 5-10 мг/м3.

- Ледяной смог аляскинского типа – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов.
- Радиационный туман – туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы.

Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и легком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы.

В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана – смог.

- Сухой смог лос-анджелесского типа – смог, возникающий в результате фото-химических реакций, которые происходят в газовых выбросах по действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.
- Фотохимический смог – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы.

Автомобильные выхлопные газы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон. Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость. В ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

Фотохимический смог. Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает

в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличие в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрие или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ.

Такие условия создаются чаще в июне – сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота – в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул, и избыток озона.

В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в результате которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником, так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги – нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком, Пекиномы другими городами. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной систем и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Смог наблюдается обычно при слабой турбулентности (завихрение воздушных потоков) воздуха, и, следовательно, при устойчивом распределении

температуры воздуха по высоте, особенно при инверсиях температуры, при слабом ветре или штиле.

Можно выделить два типа смога: связанный с загрязнением воздуха выхлопными газами транспорта, содержащими окислы азота, и связанный с загрязнением атмосферы копотью и дымами, содержащими двуокись серы. Необходимой составной частью процесса образования смога первого типа (лос-анджелесского смога) являются фотохимические реакции; во втором случае (лондонский смог) фотохимические реакции могут участвовать в образовании смога, но их участие не является обязательным.

Таблица 2.5.

Сравнение смогов Лос-Анджелеса и Лондона

Характеристика	**Лос-Анджелес**	**Лондон**
Температуры воздуха	От 24 до 320 С	От - 1до 40 С
Относительная влажность	< 70 %	85 % (+ туман)
Инверсия температуры	На высоте 1000 м	На высоте нескольких сотен метров
Скорость ветра	< 3 м/с	Безветренно
Месяцы наиболее частого появления	Август – сентябрь	Декабрь – январь
Основные топлива	Бензин	Уголь (и бензин)
Основные составляющие	O3, NO, NO2, CO, органические вещества	Мелкие частицы CO, соединения серы
Тип химических реакций	Окисление	Восстановление
Время максимального сгущения	Полдень	Раннее утро
Основное воздействие на здоровье	Раздражение глаз, нарушение дыхания	Раздражение дыхательных путей
Наиболее повреждаемые материалы	Резина	Железо, бетон

Как видно из табл. 2.5, лос-анджелесский смог появляется при более высокой температуре и меньшей влажности, чем лондонский. Основные особенности фотохимического смога, наблюдаемого в Лос-Анджелесе, следующие:

- смог образуется в ясную солнечную погоду при низкой влажности воздуха, причем максимальная концентрация вызывающих раздражение веществ наблюдается вскоре после полудня;
- химически он действует как окислитель и вызывает растрескивание резины;
- смог наблюдается в виде беловатого тумана, однако ухудшение видимости – наименее серьезный эффект по сравнению с другими;
- смог вызывает у людей раздражение глаз и губит листву у растений;
- исходные вещества, из которых формируется фотохимический смог, входят в состав автомобильных выхлопных газов, присутствующих в воздухе в больших количествах, но поставщиком исходных веществ может служить и биосфера. Так, например, в результате жизнедеятельности нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий почвы, из сточных вод, из открытых водоемов в атмосферу поступает большое количество закиси азота N_2O. В атмосфере N_2O подвержен окислению нечетным кислородом (озоном или атомарным кислородом), в результате чего происходит образование NO.

Сжигание горючих ископаемых и других видов топлива сопровождается выбросом углекислого газа в атмосферу. Увеличение количества углекислого газа в результате антропогенного воздействия ведет к изменению теплового баланса Земли. Углекислый газ пропускает падающее на Землю солнечное излучение, но поглощает отраженное от Земли длинноволновое инфракрасное излучение. Это приводит к нагреваю атмосферы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что относится к основным загрязнителям окружающей среды из числа твердых частиц и аэрозолей?
2. Назовите источники загрязнения атмосферы твердыми частицами и аэрозолями?
3. Перечислите основные выбросы в атмосферу, которые оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.
4. В каких городах России постоянно идет превышение ПДК токсичных веществ в атмосфере? Почему?
5. Чем опасны выбросы от автотранспорта? Какие вредные компоненты они содержат?
6. Что такое смог? Перечислите типы смога.
7. Перечислите основные характеристики смога, определяющие его вид.
8. Какое негативное воздействие оказывает смог на окружающую среду и здоровье человека?

РАЗДЕЛ 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

К тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Группа «тяжелых металлов» во многом совпадает с понятием «микроэлементы», поэтому такие химические элементы как свинец, цинк, кадмий, ртуть, молибден, хром, марганец, никель, олово, кобальт, титан, медь, ванадий являются тяжелыми металлами.

Известно около сорока различных определений термина тяжелые металлы, и невозможно указать на одно из них, как наиболее принятое. Соответственно, список тяжелых металлов согласно разным определениям будет включать разные элементы. Используемым критерием может быть атомный вес свыше 50, и тогда в список попадают все металлы, начиная с ванадия, независимо от плотности. Другим часто используемым критерием является плотность, примерно равная или большая плотности железа (8 г/см^3), тогда в список попадают такие элементы как свинец, ртуть, медь, кадмий, кобальт, а, например, более легкое олово выпадает из списка. Некоторые классификации делают исключения для благородных и редких металлов, не относя их к тяжелым; некоторые исключают не цветные металлы (железо, марганец).

Термин «тяжелые металлы» чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения и, таким образом, учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объем использования химического элемента в хозяйственной деятельности.

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства). Часть техногенных выбросов. Поступающих в природную среду в виде тонких

аэрозолей, переносится на значительные расстояния и вызывает глобальное загрязнение.

Другая часть поступает в бессточные водоемы, где тяжелые металлы накапливаются и становятся источником вторичного загрязнения, т. е. образования опасных загрязнений в ходе физико-химических процессов, идущих непосредственно в среде (например, образование из нетоксичных веществ ядовитого газа фосгена). Тяжелые металлы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции – выдувании почв.

Период полуудаления или удаления половины от начальной концентрации составляет продолжительное время: для цинка – от 70 до 510 лет, для кадмия – от 13 лет до 110 лет, для меди – от 310 до 1500 лет и для свинца – от 740 до 5900 лет. В гумусовой части почвы происходит первичная трансформация попавших в нее соединений.

Тяжелые металлы обладают высокой способностью и к многообразным химическим, физико-химическим и биологическим реакциям. Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Тяжелые металлы и их соединения, как и другие химические соединения, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т. е. мигрировать.

Миграция соединений тяжелых металлов происходит в значительной степени в виде органоминеральной составляющей. Часть органических соединений, с которыми связываются металлы, представлена продуктами микробиологической деятельности. Ртуть характеризуется способностью аккумулироваться в звеньях «пищевой цепи» (об этом шла речь ранее). Микроорганизмы почвы могут давать устойчивые к ртути популяции, которые превращают металлическую ртуть в токсические для высших организмов вещества. Некоторые водоросли, грибы и бактерии способны аккумулировать ртуть в клетках.

Ртуть, свинец, кадмий входят в общий перечень наиболее важных загрязняющих веществ окружающей среды, согласованный странами, входящими в ООН.

Тяжелые металлы – это, прежде всего, яды, которые с относительно небольшой избирательностью накапливаются в разных органах и тканях человека и дают широкий спектр патологических симптомов. Особенно опасно попадание тяжелых металлов на ранних стадиях онтогенеза.

Свинец при определенном уровне накопления способен поражать систему кроветворения, нервную систему, печень, почки. Хронические отравления свинцом известны с глубокой древности в форме «сатурнизма» – слабости, малокровия, кишечных колик, нервных расстройств. Широкое распространение свинца в современной техносфере (промышленные эмиссии, выхлопы автомобилей, краски, изделия и т. п.) и невозможность вторичного использования его значительной части создает многочисленные свинцовые аномалии в селитебной среде. Поступая в организм с водой, вдыхаемым воздухом или пищей, свинец образует соединения с органическими веществами.

Многие из этих соединений нейротропны и способны вызывать поражения нервной системы и головного мозга. Особенно опасны скрытые хронические отравления свинцом у детей, проявляющиеся в виде неврологических расстройств, нарушений психомоторики, внимания и т. п.

Ртуть из почвенный и водных аномалий проходит по трофическим цепям и попадает в организм человека с пищей или другим путем. При массированных разливах металлической ртути наиболее опасны вдыхание ее паров. Она сильнее всего накапливается в печени и почках, приводя к нарушениям обмена веществ и выделительной функции. Ртуть в результате деятельности микроорганизмов легко метилируется и связывается с сульфгидрильными группами белков. Эти соединения также нейротропны. Найдено, что повышенное содержание метилртути в теле беременных женщин приводит к явлениям церебрального паралича и задержке психомоторной активности у родившихся детей.

В середине 50-х годов у жителей рыбачьих поселков на берегу бухты Минамата в Японии возникло заболевание, выражавшееся в нарушениях органов чувств и поведения («болезнь Минамата»). Более 60 человек умерли. Из деревень исчезли кошки. Позднее было установлено, что первичной причиной болезни была метилртуть, попадавшая в морскую воду со стоками химической фабрики. Соединение накапливалось в морских организмах и рыбе, потребляемых жителями. Лишь в 1997 г. был снят карантин с бухты Минамата.

Кадмий по механизму внедрения в организм сходен с ртутью, но задерживается в органах намного дольше. Он вытесняет кальций и замещает цинк в составе биомолекул. Накапливаясьв печени и почках, кадмий вызывает почечную недостаточность и другие нарушения. В 40 – 60-х гг. сильное техногенное загрязнение кадмием воды и почвы, рисовых полей в одном из районов Японии вызвало массовое заболевание местных жителей, выражавшееся в сочетании острого нефрита с размягчением и деформациями костей (болезнь «итай-итай»). У детей хроническое отравление кадмием вызывает нейропатии и энцефалопатии, сопровождающиеся, в частности, нарушениями речи.

Мышьяк является сильным ингибитором ряда ферментов в организме и способен вызывать острые отравления. Совокупность симптомов, обусловленных постепенным отравлением людей соединениями мышьяка в коксохимическом производстве Италии, получила в 60-х годах название болезни «чизолла». Хроническое действие малых доз соединений мышьяка способствует возникновению рака легких и кожи, так как мышьяк сильно повышает чувствительность слизистых к другим канцерогенам, а кожных покровов – к ультрафиолетовым лучам. Тератогенные эффекты мышьяка вызывают нарушения репродуктивной функции организма и появляются расщеплении нёба («волчья пасть»), микроофтальмии, недоразвитии мочеполовой системы.

Таллий, как и мышьяк, поражает периферическую систему, что проявляется в нарушениях нервной трофики, мышечной слабости и изменении кожной чувствительности. Симптомы хронического отравления таллием

выражаются в повышенной нервозности, нарушениях сна, быстрой утомляемости, суставных болях, выпадении волос.

Сходные патологические проявления наблюдаются при хроническом отравлении и другими тяжелыми металлами. Все они при определенном уровне накопления в организме обладают мутагенным (связанным с нарушением генетического кода) и эмбриотоксическим действием, а некоторые соединения свинца, кадмия, мышьяка и хрома – канцерогенным эффектом.

Одним из широко распространенных источников тяжелых металлов являются горнопромышленные отходы (ГПО), образующиеся в процессе добычи и переработки минерального сырья.

Отделенные от массива и (или) подвергнутые переделу, а затем складированные руды и горные породы приобретают свойства, не характерные для их коренного залегания. С позиций синергетики все объекты размещения ГПО являются ярко выраженными прогрессивно самоорганизующимися диссипативными структурами. Атмосферные воздействия и естественные процессы химического и биологического выщелачивания, оказываемые на них в период длительного хранения, приводят к значительным изменениям и разрушениям их рудных составляющих, в результате чего полезные компоненты перераспределяются и элиминируют в окружающие территории, превращаясь в поллютанты, а сам объект со временем обесценивается.

Особенно значительное преобразование геохимического облика ГПО отмечается при использовании флотационного способа обогащения полезных ископаемых, отличительной особенностью которого является широкое использование различных органических соединений, способствующих формированию в ГПО сложных поликомпонентныхоргано-минеральных комплексов, не имеющих природных аналогов.

Как пример, иллюстрирующий происходящие в ГПО процессы и связанные с ними негативные для окружающей среды последствия, можно привести техногенный объект «Отвалы Аллареченского месторождения», расположенный в Печенгском районе Мурманской области.

Данный техногенный объект (ТО), представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно-никелевых руд, разработка которого велась открытым способом и была завершена в 1971 году. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были: никель, медь и кобальт.

В процессе эксплуатации месторождения были образованы новые формы рельефа – карьер площадью в верхней части 1000х300 метров и глубиной более 70 метров, который в настоящее время затоплен, и сформирован отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 метров, а общий объем пород оценивается в 6,7 млн. $м^3$ (более 12 млн. тонн). Также был значительно изменен гидрологический режим местности (было перенесено русло реки Алла). После завершения эксплуатации и карьер, и отвалы, и нарушенные земли были заброшены.

Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Состав мелкозернистой фракции определяют раздробленные ы процессе взрывных работ вмещающие и вскрышные породы, а также вскрышные четвертичные флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения.

Гранулометрический состав отвала весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: (-2000 + 500 мм) – 5-15 %; (-500 + 300 мм) – 15-25 %; (-300 + 150 мм) – 25-35 %; (-150 + 5 мм) – 25-30 %; (-5 мм) – 10-15 %.

Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основными рудными минералами обоих типов являются: пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом.

Доминирующим концентратором никеля в руде является пентландит. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых анализов,

в массивных рудах соответствует формуле: (Ni4.65Fe4.26Co0.08)8.99S8.00; во вкрапленных рудах: (Ni4.50Fe4.44Co0.08)8.02S8.98.

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле: (Fe6.98Ni0.03)7.01S7.99; во вкрапленных: (Fe7.06Ni0.04)7.10S7.90.

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $(Cu,Fe)S_2$.

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракционном интервале - 150 + 40 мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать метра и более.

Атмосферные воздействия, оказываемые на первичные руды в период их длительного нахождения в породном отвале, и связанные с ними гипергенные процессы привели к появлению окисленных руд. В результате окисления значительная часть руды потеряла свои первоначальные качества. Так, если в богатых разновидностях первичных руд содержания полезных компонентов достигают: Ni – 18 %, Cu – 8 %, Co – 0,3 %, то в их окисленных аналогах максимальные обнаруженные содержания не превышают: Ni – 3,3 %, Cu – 2,0 %, Co – 0,05 %.

Особенно подвержен гипергенезу массивные руда пирротин-пентландитового ряда из-за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально – обломки этих руд покрываются корочкой гидроокислов железа, начинают шелушиться и рассыпаться.

Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям, было отмечено выделение микро-капель серной кислоты, которая видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен.

Немаловажную роль в процессах разрушения руд играет естественное бактериальное выщелачивание. Несмотря на то, что объект географически приурочен к арктической зоне, в процессе проведения исследовательских работ в пробах воды и в рудах были обнаружены тионовые ацидофильные железоокисляющие и серо-окисляющие бактерии. Выявление бактерий осуществлялось посевами на питательную среду Сильвермана и Люндгрена 9 К. При этом штаммы бактерий показали высокую окислительную активность – до 20-23 г/литр Fe^{2+} в сутки.

Как известно, основой обеспечения жизнедеятельности железоокисляющих бактерий является их способность к окислению (переводу) закисного железа (Fe^{2+}) в окисное (Fe^{3+}). Наиболее легко окисляемым рудным минералом объекта является пирротин, реакция биологического окисления которого осуществляется, например, по следующей схеме:

$$2FeS + 4{,}5O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H_2O$$

$$2FeS + 1{,}5O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + S^0 + 3H_2O$$

$$FeS + 8Fe^{3+} + 4H_2O \rightarrow 9\,Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+$$

$$S^0 + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ \text{ или } S^0 + H_2O + 1{,}5O_2 \rightarrow H_2SO_4$$

$$2FeSO_4 + 0{,}5O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

В свою очередь, образуемый в процессе данной реакции сульфат окиси железа, также является сильным окислителем сульфидов и взаимодействует с ними по известной реакции:

$$Me_mS_n + mFe_2(SO_4)_3 = mMeSO_4 + 2mFeSO_4 + nS$$

В обычных условиях получаемый в результате этой реакции сульфат закиси железа в кислых растворах очень медленно окисляется до сульфата окиси железа, но в присутствии микроорганизмов скорость его окисления увеличивается в десятки тысяч раз, что намного ускоряет процесс разрушения сульфидов.

В результате химических и биохимических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие, как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит (a-Ni [SO4] x 6H2O) и подобные ему.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, соответствует формуле: (Ni1,52Fe1,14Co0,04)3,00S4,00. В результате гипергенеза виоларит замещает пентландит, значительно ухудшая первоначальные качества руды. Под электронным микроскопом виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (a-FeOOH) и обладает многочисленными трещинами, что свидетельствует о дефиците объема в результате выноса железа.

Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, который образует хорошо заметные сине-зеленые натеки на вмещающих породах, частично аккумулируется в мелкозернистой фракции, а также, вследствие своей легкой растворимости, выносится вместе с атмосферными осадками и паводковыми водами на нижние горизонты и за пределы отвалов.

Показательны результаты тестирования наличия водорастворимых минералов в мелкозернистой (-3 + 0 мм) фракции, проведенного в пробе с содержаниями: Ni 0,36 %, Cu 0,41 %, S 1,57 %. Тестирование длилось в течение трех часов, при постоянном перемешивании воды, имеющей температуру 950 С (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Результаты тестирования наличия водорастворимых минералов, содержащихся в мелкозернистой фракции (- 3 + 0мм) фракции

Выход нерастворимого остатка %	Eh, mB	pH	Конечный раствор				Извлечение в раствор, %	
			Плотность, г/см3	Концентрация, г/см3				
				Ni	Cu	Fe	Ni	Cu
98,5	373	3,11	1,003	0,127	-	0,05	14,5	-

Из приведенных данных видно, что в количественном отношении сульфаты никеля в классе крупности - 3 + 0 мм аккумулируют в себе не более

14,5 % от общего никеля. Но, учитывая, что этот класс по объему составляет 10-15 % всего отвала, а также повсеместное распространение ретгерсита в крупнозернистой фракции, следует ожидать, что около 3 – 4 %, или 200-250 тонн (с учетом ресурсов и запасов) общего никеля, ТО представлено его сульфатами.

Отсутствие растворимых (сульфатных) форм меди в тестовых опытах однозначно указывает на более интенсивную способность к окислению и растворению никеля в сравнении с медью.

Таким образом, очевиден вывод, что пентландит, основной полезный минерал, содержащийся в отвалах, в силу своей неустойчивости в гипергенных процессах, одновременно является доминирующим источником приоритетных загрязнителей окружающих территорий – никеля и кобальта. Оба металла по показателю вредности являются санитарно-токсикологическими и относятся ко II классу опасности.

С целью определения уровня ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 году был проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох (*Pleurozium schreberi*) и верхний органогенный почвенный горизонт (А0).

Анализ поверхностных вод выявил загрязненность всех водоемов, расположенных в непосредственной близости к отвалам, никелем (превышение ПДК в 3-79 раз). Также во всех водоемах нарушен типичный порядок распределения главных ионов, характерный для вод пресных озер. Особенно загрязнено болото, примыкающее к отвалам с южной стороны, в котором концентрации Ni превышают ПДК в 4736 раз; Cu в 1,2 раза; Co в 5,3 раз; Mn в 5,5 раз; аниона (SO4)2- в 1,8 раз; а содержание Cd почти критическое. Вода в этом болоте имеет кислую среду (pH=3,65).

Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось. Связано это с протеканием процессов сульфатредукции, в результате которых образуется сероводород и продукты диссоциации.

По данным батиметрических наблюдений, произведенных в различных участках карьера, содержащаяся в нем вода характеризуется слабощелочными свойствами pH=7,4-8,0 и имеет слабо-отрицательный окислительно-восстановительный потенциал Eh, варьирующий от 10 до 35 mB. Проводимые в течение трех лет наблюдения показали, что содержание никеля в воде карьера остается практически неизменным и составляет 0,6-0,8 мг/литр. Таким образом, можно сделать вывод, что остатки руды на дне и бортах карьера не окисляются и не оказывают влияние на степень загрязнения поверхностных вод участка, а сам карьер выступает в роли геохимического барьера. Тем не менее, вода карьера, с учетом его геометрии и размера, постоянно аккумулирует в себе около 5 тонн никеля.

Не менее загрязненными оказались почвы. Так, в верхнем органогенном почвенном горизонте болота, расположенного с южной стороны отвала, выявленные концентрации тяжелых элементов превысили условно-фоновые показатели: Ni в 877 раз, Cu в 227 раз, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение было отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла реки Аллы. Превышение концентраций поллютантов в этом месте в сравнении с условно-фоновыми показателями составили: Ni в 1172 раза, Cu в 123 раза, Co в 233 раза.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь. При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Результаты химического анализа образцов мха *Pleurozium schreberi* участка не выявили значительного превышения условно-фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала.

Тот факт, что мхи и лишайники концентрируют в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, в результате чего используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения, указывает, что загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием ядовитых стоков отвала. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла реки Алла.

О масштабах миграции тяжелых металлов можно судить по данным геологического мониторинга, проведенного ЗАО «Теллур СПБ» по договору с ООО «Печенгагеология», на площадях, расположенных южнее участка размещения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения». Так, в процессе работ было зафиксировано загрязнение приустьевых вод р. Алла в месте ее впадения в озеро Рошъяур (точка опробования находится в 3-х км от границы затопленного карьера). Обнаруженные содержания никеля – 67,1 мг/литр, кобальта 54,7 мг/литр превышают ПДК, соответственно, в 3355 и 547 раз. Так же существенно загрязненными оказались почва приустьевого участка и донные отложения озера. Опасность загрязнения донных отложений заключается в том, что накопленные в них тяжелые металлы, при изменении физико-химических условий на водосборной площади и в самом водоеме, а так же при снижении антропогенной нагрузки, могут снова поступать в водную толщу и значительно влиять на состояние водных ресурсов. Таким образом, существует реальная угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова – реки Тулома, в которую по системе водотоков поступает вода из озера Рошъяур.

Таким образом, процесс длительного хранения даже крупнообломочных ГПО приводит к потере первоначальных качеств руды и сопровождается масштабной миграцией агрессивных компонентов, в том числе и рудных, в окружающие территории, в результате чего объект размещения ГПО обесценивается как источник минеральных ресурсов. При этом наносится непоправимый экологический ущерб, так со временем ТО превращается лишь в источник постоянно негативного воздействия на окружающую среду.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое «тяжелые металлы»? Какие химические элементы к ним относятся?
2. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.
3. Какие свойства тяжелых металлов относят к негативным?
4. Укажите чем опасны ртуть, кадмий, мышьяк, таллий и др. тяжелые металлы для человека и окружающей среды.
5. Горнопромышленные отходы. Что это такое? Виды ГПО.
6. Воздействие ГПО на состояние окружающей среды и здоровье человека (на примере ТО «Отвалы Аллареченского месторождения»).

РАЗДЕЛ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ

Научные открытия и развитие физико-химических технологий в XX в. привели к появлению искусственных источников радиации, представляющих большую потенциальную опасность для человечества и всей экосферы. Этот потенциал на много порядков больше естественного радиационного фона, к которому адаптирована вся живая природа.

Фон обусловлен рассеянной радиоактивностью земной коры, проникающим космическим излучением, потреблением с пищей биогенных радионуклидов и составлял в недавнем прошлом 8-9 микрорентген в час (мкР/ч), что соответствует среднегодовой эффективной дозе для жителя Земли в 2 миллизиверта (мЗв). Рассеянная радиоактивность обусловлена наличием в среде следовых количеств природных радиоизотопов с периодом полураспада ($T^1/_2$), более 10^5 лет (в основном урана и тория), а также радием, радоном и радиоактивными изотопами калия и углерода. Газ радон в среднем дает от 30 до 50 % естественного фона облучения наземной биоты. Из-за неравномерности распределения источников излучения в земной коре существуют некоторые региональные различия фона и его локальные аномалии.

Указанный уровень был характерен для доиндустриальной эпохи. Научно-технический прогресс индустриальной эпохи характеризовался зарождением новой науки – ядерной физики, что привело к созданию управляемых ядерных реакторов и атомного оружия. Все это привело к увеличению числа присутствующих в окружающей среде радионуклидов и на несколько порядков – их массу на поверхности планеты. Главную радиационную опасность представляют запасы ядерного оружия, топлива и радиоактивные осадки, которые образовались в результате ядерных взрывов или аварий и утечек в ядерно-топливном цикле – от добычи и обогащения урановой руды до захоронения отходов. В мире накоплены десятки тысяч тонн расщепляющихся материалов, обладающих колоссальной суммарной активностью.

С 1945 по 1996 г. США, СССР, Англия, Франция и Китай произвели в надземном пространстве более 400 ядерных взрывов. В атмосферу поступила большая масса сотен различных радионуклидов, которые постепенно выпали на всей поверхности планеты. Их глобальное количество почти удвоили ядерные катастрофы, произошедшие на территории бывшего СССР. Долгоживущие радиоизотопы (углерод-14, цезий-137, стронций-90 и др.) и сегодня продолжают излучать, создавая приблизительно 2 %-ную добавку к фону радиации. Последствия атомных бомбардировок, ядерных испытаний и аварий еще долго будут сказываться на здоровье облученных людей и их потомков. Суммарная ожидаемая эффективная доза от всех ядерных взрывов и аварий составляет в настоящее время 28 млн. чел.-Зв. К 1996 г. человечество получило лишь около 15 % этой дозы. Остальную часть оно будет получать еще тысячи лет.

Значительное количество радиоактивных материалов находится на Севере Европейской территории России вблизи баз Северного флота (районы Мурманска и Архангельска) и на Новой Земле. Суммарная количественная оценка этих скоплений отсутствует. Подвергается опасности радиоактивного загрязнения весь Арктический регион России. Здесь эксплуатируется более 170 ядерных энергоблоков, базируется самый мощный в мире атомный ледокольный флот, расположен полигон испытаний ядерного оружия, производятся подземные ядерные взрывы в мирных целях. Обоснованные опасения вызывают не санкционированные на международном уровне захоронения РАО на дне морей, а также затонувшие корабли с ядерными реакторами и ядерным оружием на борту. Количество РАО, затопленных в морях региона, составляет 2/3 от активности всех отходов, захороненных в Мировом океане.

На территории России действуют 9 АЗС с реакторами РБМК (чернобыльского типа) и ВВЭР. Проверки, производимые по стандартам международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), показывают, что станции находятся в удовлетворительном состоянии. Однако специалисты считают, что в ближайшие годы может начаться остановка реакторов, поскольку многие из них уже исчерпали значительную часть своего ресурса. Каждый год

на АЭС и других радиационно-опасных объектах случаются инциденты, которые квалифицируются по международной шкале аварий и событий, в основном, как «происшествия» (незначительные, средней тяжести, серьезные).

Не только нынешнее, но и последующие поколения будут помнить Чернобыль и ощущать последствия этой катастрофы. В результате взрывов и пожара при аварии на четвертом энергоблоке ЧАЭС с 26 апреля по 10 мая 1986 г. из разрушительного реактора было выброшено примерно 7,5 т ядерного топлива и продуктов деления с суммарной активностью около 50 млн. Ки. По количеству долгоживущих радионуклидов этот выброс соответствует 500-600 Хиросимам.

Из-за того, что выброс радионуклидов происходил более 10 суток при меняющихся метеоусловиях, зона основного загрязнения имеет веерный, пятнистый характер. Кроме 30-километровой зоны, на которую пришлась большая часть выброса, в разных местах в радиусе до 250 км были выявлены участки, где загрязнение достигло 200 Ки/км^2. Общая площадь «пятен» с активностью более 40 Ки/км^2 составила около 3,5 тыс. км^2, где в момент аварии проживало 190 тыс. человек. Всего радиоактивным выбросом ЧАЭС в разной степени было загрязнено 80 % территории Белоруссии, вся северная часть Правобережной Украины и 19 областей России. В целом по РФ загрязнение, обусловленное аварией на ЧАЭС с плотностью 1 Ки/км^2 и выше, охватывает более 57 тыс. км^2, что составляет 1,6 % площади ЕТР (табл. 4.1). Следы Чернобыля обнаружены в большинстве стран Европы, а также в Японии, на Филиппинах, в Канаде. Катастрофа приобрела глобальный характер.

И сегодня, через 15 лет после чернобыльской трагедии, существуют противоречивые оценки ее поражающего действия и причиненного экономического ущерба. Согласно опубликованным данным, из 400 тыс. человек, участвовавших в ликвидации последствий аварии, более 10 тыс. ликвидаторов умерли, 30 тыс. стали инвалидами. Полмиллиона человек до сих пор проживает на загрязненных территориях. Точных данных о количестве облученных и полученных дозах нет. Нет и однозначных прогнозов

о возможных генетических последствиях. Подтверждается тезис об опасности длительного воздействия на организм малых доз радиации. В районах, подвергшихся радиоактивному заражению, неуклонно растет число онкологических заболеваний, особенно выражен рост рака щитовидной железы у детей.

На большей части территории Российской Федерации мощность дозы гамма излучения на местности соответствует фоновым значениям и колеблется в пределах 10-20 мкР/ч. В результате радиационного обследования городов и населенных пунктов страны выявлены сотни участков локального радиоактивного загрязнения, характеризующихся мощностью дозы от десятков мкР/ч до десятков мР/ч. На этих участках находят утерянные, выброшенные или произвольно захороненные источники ионизирующих излучений различного назначения, изделия со светосоставом, технологические отходы производств и содержащие радионуклиды стройматериалы. Эти загрязнения повышают риск для населения получить опасную дозу облучения в самом неожиданном месте, в том числе и в собственном доме, когда, например, строительные панели становятся источником ионизирующего излучения.

Таблица 4.1

Площади областей и республик России, загрязненных цезием-137

(по состоянию на январь 1995 г.)

№№ пп	Области республики	Общая площадь области, республики, тыс. км^2	Площадь загрязнения цезием-137, км^2			
			Ки/км^2			
			1-5	5-15	15-40	>40
1	Белгородская	27,1	1620			
2	Брянская	34,9	6750	2628	2130	310
3	Воронежская	52,4	1320			
4	Калужская	29,9	3500	1419		
5	Курская	29,8	1220			
6	Липецкая	24,1	1619			
7	Ленинградская	85..9	850			
8	Нижегородская	74,8	250			
9	Орловская	24,7	8840	132		
10	Пензенская	43,2	4130			
11	Рязанская	39,6	5320			
12	Саратовская	100,2	150			
13	Смоленская	49,8	100			
14	Тамбовская	34,3	510			
15	Тульская	25,7	10320	1271		
16	Ульяновская	37,3	1100			
17	Мордовия	26,2	1900			
18	Татарстан	68,0	110			
19	Чувашия	18,0	80			
	Итого		49760	5440	2130	310

Средняя облучаемость населения на территории России и стран СНГ в 1,7 раза больше глобальной из-за более высокого естественного и технозависимого фона и воздействия ряда техногенных источников (табл. 4.2) Значительная техногенная радиационная нагрузка, помимо технических источников, обусловлена рассеиванием радионуклидов в результате ядерных взрывов и аварий, а также наличием плохо изолированных скоплений радиоактивных отходов (РАО), образовавшихся в то время, когда напряженная ядерная гонка сочеталась с незнанием степени риска и с радиологической беспечностью.

Одна из наиболее острых экологических проблем в стране – *проблема радиоактивных отходов.* Об истинных ее масштабах стало известно в 1993 г.,

когда был составлен государственный регистр мест и объектов добычи, переработки, использования, хранения и захоронения радиоактивных веществ, РАО, источников ионизирующих излучений. Только на предприятиях Минатома России (ПО «Маяк», Сибирский химический комбинат, Красноярский горно-химический комбинат) сосредоточено 600 млн. $м^3$ РАО с суммарной активностью 1,5 млрд. Ки. На АЭС хранятся 140 тыс. $м^3$ жидких и 8 тыс. $м^3$ отвержденных отходов общей активностью 31 тыс. Ки, а также 120 тыс. $м^3$ излучающих твердых отходов (оборудование, строительный мусор). Ни одна АЭС не имеет полного комплекта установок для подготовки отходов к захоронению. Поставщиками РАО являются также Военно-морской флот (ВМФ), атомный ледокольный флот, судостроительная промышленность, предприятия не ядерного цикла (НИИ, промышленные предприятия, медицинские учреждения, учебные заведения).

Таблица 4.2

Структура доз облучения населения источниками ионизирующего излучения (по данным ООН и радиационно-гигиеническому паспорту Российской Федерации за 1999 год)

Источник излучения	Средние годовые дозы, мЗв/год	
	Мировые	По России
ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Внешнее гамма-излучение природных радионуклидов	0,48	0,48
Космическое излучение	0,390	0,390
Долгоживущие радионуклиды в атмосферном воздухе	0,006	0,006
Изотопы радона в воздухе помещений	1,26	1,89
Калий-40 и другие природные радионуклиды в пище и питьевой воде	0,290	0,290
Всего природные источники	2,406	3,056
ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Медицинское облучение	0,4	1,0
Глобальные выпадения	0,005	0,005
Загрязнение территорий	0,002	0,002
Всего искусственные источники	0,407	1,007
Итого за счет всех источников	2,813	4,064

Наиболее сложная технологическая стадия топливного цикла – переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и захоронение РАО. На предприятиях Минатома, Минтранса и ВМФ России хранится 7800 т ОЯТ с общей активностью 3,9 млрд. Ки. ОЯТ АЭС с реакторами типа РБМК в настоящее время не перерабатывается, а ОЯТ от реакторов ВВЭР транспортируется в специальное хранилище с перспективой последующей переработки на строящемся заводе РТ-2 Горно-химического комбината в г. Железногорске Красноярского края. Однако строительство этого завода вызывает протесты экологической общественности, поскольку существующая технология регенерации ОЯТ связана с образованием большого количества жидких РАО разной степени активности. Наибольшие возражения вызывают предложения о приеме ОЯТ с зарубежных АЭС для временного хранения с целью последующей переработки.

ПО «Маяк». Самое крупное из известных сейчас скоплений радионуклидов находится на Урале, в 65 км к северо-западу от Челябинска на территории производственного объединения «Маяк». ПО «Маяк» было создано на базе промышленного комплекса, построенного в 1945-1949 гг. в Челябинской области в районе городов Кыштым и Касли. Здесь в 1948 г. был пущен первый в стране промышленный атомный реактор, в 1949 г. – первый радиохимический завод, изготовлены первые образцы атомного оружия. В настоящее время в производственную структуру ПО «Маяк» входят ряд производств ядерного цикла, комплекс по захоронению высокоактивных материалов, хранилища и могильники РАО. Многолетняя деятельность ПО «Маяк» привела к накоплению огромного количества радионуклидов и сильному загрязнению районов радиохимического производства непосредственно в открытую речную систему Обского бассейна через р. Теча в 1949-1951 гг., а также вследствие аварий 1957 и 1967 гг. в окружающую среду было выброшено 23 млн. Ки суммарной активности (рис. 4.1). Радиоактивное загрязнение охватило территорию в 25 тыс. км^2 с населением более 500 тыс. человек. Официальные данные о десятках

поселков и деревень, подвергшихся загрязнению в результате сбросов радиоактивных отходов в р. Теча, появились только в 1993 г.



Рисунок 4.1. – Запретная зона близ р. Теча

По данным радиационного мониторинга, выпадения цезия-137 из атмосферы в районах, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», в течение 1996 г. были в 30-100 раз больше, чем в среднем по стране. Высоким остается и уровень загрязнения местности цезием-137 в пойме р. Теча, на некоторых участках регистрируются повышенные уровни мощности дозы гамма-излучения, превышающие 1000 мкР/ч. Концентрации стронция-90 в речной воде и в водных отложениях в 100-1000 раз превышают фоновые значения. В каскаде промышленных водоемов в верховьях р. Течи накоплено 350 млн. $м^3$ загрязненной воды, являющейся по сути низкоактивными отходами (табл. 4.3). Суммарная активность твердых и жидких РАО, накопленных в ходе деятельности ПО «Маяк», достигает 1 млрд. Ки. Сосредоточение огромного

количества РАО, загрязнение поверхностных водоемов, возможность проникновения загрязненных подземных вод в открытую гидрографическую систему Обского бассейна создают исключительно высокую степень радиационного риска на Южном Урале.

Таблица 4.3

Содержание стронция-90 и цезия-137 в водоемах-отстойниках ПО «Маяк»

Содержание радионуклидов	Номера водоемов							
	2	3	4	6	17	9	10	11
Стронций-90 в воде, кБк/л	0,4	44,4	12,6	0,01	25900	62900	25,5	1,9
Стронций-90 в отложен., кБк/л	48,1	5180	148	1110	4,4x10	1,1x10	130	48,1
Цезий-137 в воде, кБк/л	0,2	7,4	2,2	0,007	15-	4,4x10	0,2	0,007
Цезий-137 в отложен., кБк/л	10x6	4x10	2,10		1,2x10	5,2x10	5550	4,8
Суммарное содержание в воде, ТБк	70	96	63	0,07	1700	300	200	900
Суммарное содержание в отложен., ТБк	670	570	150	10	70000	4,4x10	200	500

В пределах Свердловской области имеется несколько мест скопления и захоронения твердых радиоактивных отходов. В процессе производственной деятельности различных производств (Белоярская АЭС и др.) образуются технологические и не технологические (аварийные) сбросные растворы, содержащие радиоактивные элементы. Так, на Белоярской атомной станции на временное хранение ежегодно направляется более 100 $м^3$ среднеактивных жидких радиоактивных отходов (ЖРО), причем имеющееся на территории станции хранилище ЖРО заполнено до предела (рис. 4.2). Кроме того, как показали наблюдения, при длительном хранении ЖРО в хранилищах происходит возрастание удельной бета-активности воды и наблюдается интенсивная коррозия стенок бассейнов выдержки с увеличением вероятности попадания радиоактивной воды в грунтовые воды. Таким образом, острота экологической ситуации, обусловленная хранением ЖРО в открытых хранилищах, не решает

проблему безопасной локализации таких отходов и выдвигает её в число первоочередных государственных задач.



Рисунок 4.2 – Белоярская АЭС

В настоящее время общепризнано, что наиболее предпочтительным методом изоляции ЖРО от биосферы является их захоронение в глубокозалегающие геологические формации. Идея захоронения ЖРО в глубокозалегающие пористые геологические среды не нова. В нашей стране уже с конца 50-х годов прошлого века были организованы специальные комплексные исследования и проведены геологоразведочные работы с целью изучкения возможности создания систем глубинного захоронения ЖРО, была разработана технология подготовки и нагнетания отходов через буровые скважины, осуществлено проектирование опытных и опытно-промышленных полигонов захоронения, их строительства и ввод в эксплуатацию.

Следует отметить, что глубинное (подземное) захоронение жидких промышленных, в том числе и радиоактивных, отходов и сточных вод допускается законодательством о недрах. Основами водного законодательства,

Положением об охране подземных вод, Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

На парламентских слушаниях в Госдуме России 17 июня 1997 г. было отмечено, что подземное захоронение экологически опасных отходов на сегодня является эффективным природоохранным способом обращения с ними и заслуживает широкого применения в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве нашей страны.

Подземное захоронение жидких промышленных отходов в глубокозалегающие (поглощающие) горизонты технологически близко к широко применяемому при добыче нефти методу подземного заводнения продуктивных горизонтов для поддержания пластового давления. Поэтому в 50-60-е годы некоторые отрасли промышленности в развитых странах стали перенимать опыт нефтяников для удаления жидких отходов, количество которых в связи с интенсивным развитием производства чрезвычайно возросло. Во многих странах загрязнение открытых водоемов, пресных подземных вод, почв и грунтов сточными водами к тому времени превратилось в настоящее бедствие. В этой ситуации подземное захоронение сточных вод в глубокозалегающие горизонты, воды которых из-за высокой минерализации или токсичности не находят практического применения, явилось своевременным мероприятием, позволившим резко снизить темпы загрязнения окружающей среды.

В СССР исследования по выяснению возможности подземного захоронения сточных вод предприятий, не относящихся к нефтедобыче, начались в 50-е годы. Первоначально они были направлены на обезвреживание наиболее вредных жидких промышленных отходов – радиоактивных сточных вод атомной промышленности и токсичных вод химических производств. Проблема изучалась комплексно и всесторонне ведущими научными учреждениями страны в самых разных аспектах – геологическом, гидрогеологическом, химическом, санитарном.

В результате длительной кропотливой работы научных, проектных и производственных организаций в шестидесятые годы были построены и начали эксплуатироваться полигоны подземного захоронения Сибирского химического комбината (1963), Научно-исследовательского института атомных реакторов (1966), горно-химического комбината «Красноярск-26» (1967), Уфимского НПЗ (1967), ТПО «Пигмент» (1968), Троицкого йодного завода (1968) и др.

Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград (Саратовская обл.) осуществляет захоронение радиоактивных вод на расположенном в 10 км от него полигоне (рис. 4.3). В качестве поглощающих горизонтов используются яснополянский горизонт и окско-башкирский комплекс (оба каменноугольного возраста) Восточно-Европейской платформы. Первый залегает на глубине 1410-1467 м и сложен песчаниками и алевролитами, второй – на глубине 1138-1194 м представлен трещиноватыми и кавернозными известняками и доломитами. Пластовые воды имеют минерализацию 230-250 г/дм^3. В 1966-1973 гг. закачка стоков производилась в яснополянский горизонт объемом от 244 до 340 м^3/сут, а с 1973 г. и по настоящее время – в окско-башкирский комплекс объемом от 320 до 960 м^3/сут при устьевом давлении и нагнетания не выше 5 Мпа.



Рисунок 4.3 – Научно-исследовательский институт атомных реакторов в г. Димитровград

Сибирский химический комбинат Томск-7 находится в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Саяно-Алтайской области. Для захоронения жидких радиоактивных отходов используются два песчаных пласта позднемелового возраста мощностью 30-40 м и 37-94 м, залегающие в интервале глубин, соответственно, 350-400 м и 280-350 м. Воды, насыщающие пласты-коллекторы, пресные с минерализацией 0,3-0,4 г/дм^3. Два полигона захоронения ЖРО расположены в 3-5 км от производственного комплекса. На полигонах осуществляется подземное захоронение 4500 м^3/сут ЖРО при давлении нагнетания 1,2-2,0 МПа. Некоторые виды концентрированных технологических жидких отходов закачиваются в скважины периодически порциями по 5-10 тыс. м^3 несколько раз в год.

Горизонты захоронения отделены от вышележащих водоупором, сложенным глинистыми отложениями. Физико-химическое моделирование поведения ЖРО в водоносных горизонтах показало, что в существующих гидрогеохимических условиях хранения ЖРО происходит их нейтрализация до фоновой концентрации, и они не несут непосредственную угрозу экосфере и среде жизнеобитания человека.

Горно-химический комбинат «Красноярск-26» производит захоронение жидких радиоактивных отходов на полигоне «Северный» в 12 км от основного производства (рис. 4.4). Закачка отходов производится в два песчаных пласта юрского возраста мощностью 55-85 м и 25-45 м, залегающих на глубине 355-500 м (I горизонт) и 180-280 м (II горизонт). К ним приурочены пресные подземные воды с минерализацией 0,3 г/дм^3. Над поглощающими горизонтами развита песчано-глинистая толща юрского возраста. В I горизонт с 1967 г. закачивается около 300 м^3/сут ЖРО при устьевом давлении на скважинах – 1,2-5,0 МПа. Во II горизонт с 1968 г. закачивается до 600 м^3/сут ЖРО при устьевом давлении до 2,0 МПа.



Рисунок 4.4 – Горно-химический комбинат «Красноярск 26»

Ситуация с подземным захоронением на горно-химическом комбинате «Красноярск-26» изучалась учеными и специалистами в рамках международного проекта «Радиационная безопасность биосферы» (проект RAD). Работы проекта RAD проводились тремя независимыми группами: учеными специалистами Международного института прикладного системного анализа – неправительственной исследовательской организацией, расположенной в австрийском г. Лаксенбурге; Российской академией наук (ИГЕМ) и Минатома (ВНИПИ промтехнология). Исследования, выполненные по проекту RAD, подтвердили выводы российских ученых и специалистов, что глубинное захоронение РАО играет большую роль в предотвращении воздействия радиоактивности на окружающую среду, а сам метод захоронения ЖРО в глубокозалегающие геологические формации не создает угрозы для окружающей среды, являясь самой экологически приемлемой технологией обращения с ЖРО на сегодняшний день.

Один из руководителей проекта профессор Паркер – известный американский ученый, председатель Совета по обращению с РАО Национальной Академии наук США, - отметил, что «Удаление жидких радиоактивных отходов в глубокие геологические формации в Красноярске-26 не представляет ни краткосрочных, ни долгосрочных рисков для здоровья населения».

Изучение отечественного и зарубежного опыта по захоронению жидких отходов, не имеющих санитарно-надежных и экономически приемлемых методов очистки, показывает экономичность и

- плотность – 1,05-1,40 г/см^3;
- динамическое напряжение сдвига – 60-200 дПа;
- пластическая вязкость – 6-20 мПа · с;
- условная вязкость – 30-65 с (стандарт API).

Биополимерный раствор обеспечивает выполнение таких требований, как сохранение коллекторских свойств водоносных пластов, соответствие всем требованиям экологии и безопасность ведения работ.

Безусловно, захоронение ЖРО, накопленных на предприятии «Маяк», в Теча-Бродскую брахисинклинальную структуру путем увеличения их плотности было бы кардинальным решением проблемы, однако пока оно находится лишь в стадии постановки. Главная задача сегодняшнего дня заключается в том, чтобы доказать принципиальную возможность создания в глубинной зоне закарстованной карбонатной толщи относительно стабильной «залежи» утяжеленных ЖРО, не разубоживаемой и не всплывающей под действием вертикальных градиентов давления и «восходящих течений», т.е. не вовлекаемой в процессы естественного водообмена. Определить, какие при этом должны соблюдаться основные условия и ограничения.

В то же время на Урале имеются традиционные, проверенные временем и опытом подземного захоронения геологические структуры, по всем показателям подходящие для безопасного захоронения ЖРО.

Как отмечалось, в предыдущих отчетах, целенаправленными усилиями специалистов ГПП «Зеленогорскгеология» (в настоящее время Уральский филиал ФГПУ «Урангео») в Зауралье обнаружена и закартирована целая система изолированных геологических структур, которые могут служить надежными и долговременными хранилищами жидких РАО, не нуждающимися в сушке и остекловании (рис. 4.5). Такими структурами являются русла древних юрских рек, погребенных под мощной (обычно 400 м и более) толщей водоупорных красноцветных алевролитов и глин. Сами русла, врезанные в кристаллические породы палеозойского фундамента на 100-200 м, представляют собой протяженные корыто- и трубообразные структуры, выполненные песчано-галечниковым материалом. Именно последние благодаря высоким коллекторским свойствам могут стать вместилищами жидких РАО. Весьма благоприятны для захоронения РАО также гидродинамический и гидрохимический режимы палеорусловых вод. Водонасыщенные русловые отложения характеризуются практически застойным режимом, солоноватыми и солеными водами преимущественно гидрокарбонатно- хлоридно-натриевого состава при восстановительной гидрохимической обстановке и повышенной щелочности. Все это при отсутствии гидродинамической связи юрского водоносного горизонта с вышележащими песчано-глинистыми отложениями свидетельствует о том, что выявленные природные коллекторы жидких РАО надежно изолированы от среды обитания человека и могут быть успешно использованы для захоронения как ЖРО, так и любых жидких высокотоксичных отходов.

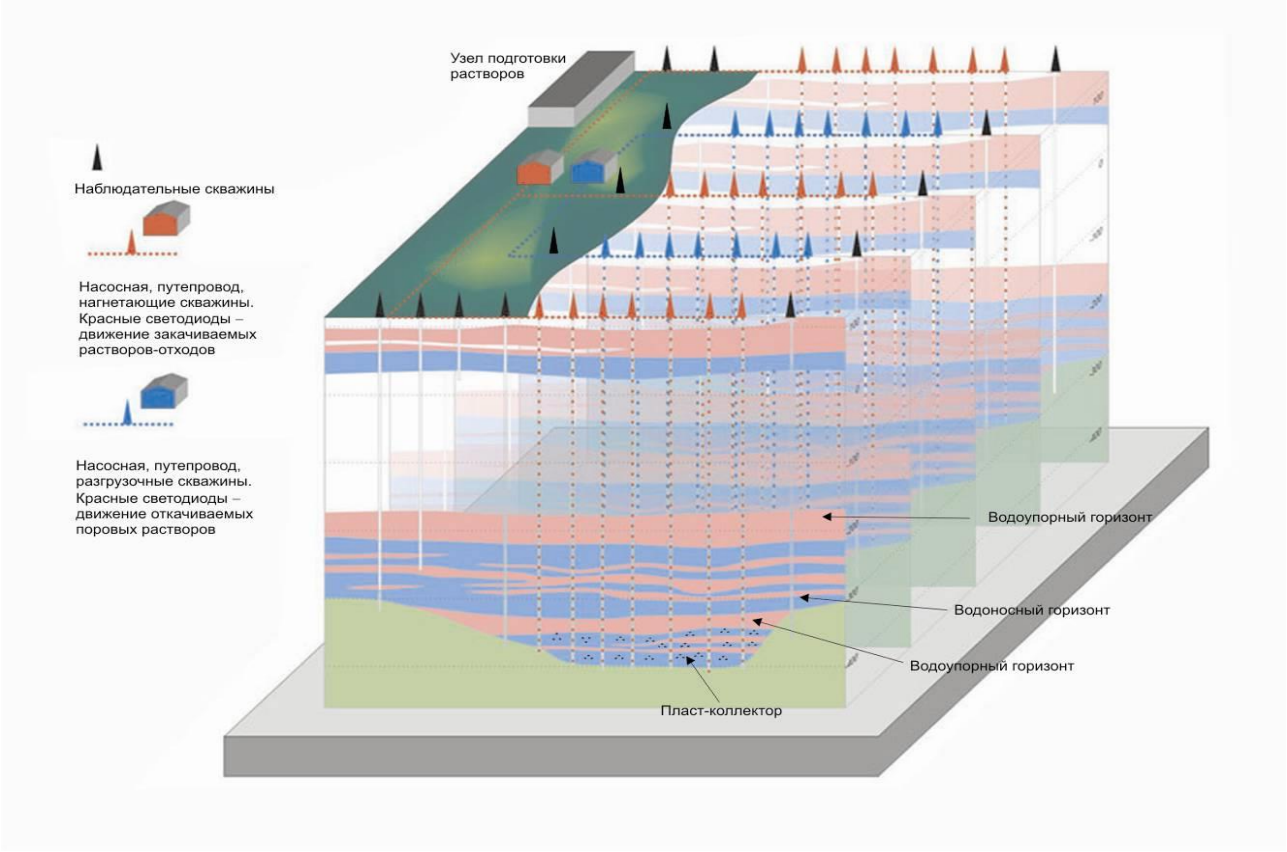


Рисунок 4.5 – Макет полигона для захоронения жидких РАО

Известные месторождения урановых руд Долматовское, Хохловское и другие, образовавшиеся около 140 млн. лет тому назад, представляют собой примеры надежной законсервированности и изолированности от экосистемы Зауралья.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое радионуклиды? История открытия и изучения радионуклидов.
2. Источники выделения радионуклидов, виды и классификация.
3. Какое воздействие оказывают радионуклиды на состояние окружающей среды и здоровье человека?
4. Радиоактивные отходы. Что это такое? Какие проблемы они несут?
5. Промышленные предприятия на которых происходят обращение, хранение и утилизация РАО. Чрезвычайные ситуации, которые могут произойти в результате их работы.
6. Современные пути решения проблемы обращения, хранения и утилизации РАО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Болтыров В.Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. Экологические проблемы освоения техногенных объектов Кольского полуострова. Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: доклады научно-практической конференции 1-2 октября 2013 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. С. 76-82

Методическое издание

Владимир Босхаевич Болтыров
Любовь Александровна Стороженко
Татьяна Сергеевна Бобина

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления
20.03.01 Техносферная безопасность

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.01.02.02 МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль):
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

год набора: **2021**

Автор: Суднева Е.М., ст. преподаватель

Одобрено на заседании кафедры Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Рассмотрена методической комиссией Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н. В.
(Фамилия И. О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 7 от 19.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

ВВЕДЕНИЕ

Медицину катастроф можно рассматривать как дисциплину, становление которой уходит своими корнями в глубокую древность и связано с проблемами спасения людей, оказавшихся в зоне бедствия, защиты их от действия неблагоприятных факторов внешней среды и оказания медицинской помощи пострадавшим.

На планете Земля во все периоды ее существования возникали природные катаклизмы огромной разрушительной силы, называемые стихийными бедствиями (извержения вулканов, землетрясения, наводнения, тайфуны, засухи, необычные морозы и др.). Они имели место во все эпохи существования людей на Земле, возникают в наше время и, по-видимому, будут и в будущем. Печальная статистика многочисленных жертв необычных природных явлений, частые их повторения вынуждали людей искать их причины, изучать возможности своевременного принятия мер для спасения.

Приведем сведения о некоторых стихийных бедствиях. Из глубины веков к нам пришли предания о Всемирном потопе, который уничтожил неведомые нам земли, изменил географию планеты; об исчезновении в океане Атлантиды легендарной страны на острове; об островах Санторина, которые образовались после вулканических извержений; о вымирании мамонтов после резкого изменения климата. Достоверные сведения сохранились о крупном извержении вулкана в Средиземном море около 1400 г. до н. э. Взрыв исполинской силы, сравнимый с взрывом нескольких современных водородных бомб, потряс Эгейское море. Остров, на котором прежде находился вулкан, буквально взлетел в воздух и превратился в пыль. Волна-цунами прокатилась по всему Средиземноморью, вызывая многочисленные наводнения. Причиной катастрофы, уничтожившей города Содом и Гоморру (описание ее имеется в библейских сказаниях), по мнению ученых, было землетрясение, которое привело к резкому

поднятию глубинных вод Мертвого моря и смещению осадочных пород с большим содержанием газов — сероводорода и метана, которые, поднявшись на поверхность воды, взорвались. Возможно, произошло и возгорание разлившейся по поверхности моря нефти (в этом районе имеются крупные нефтеносные пласты). Пожары и разрушения, вызванные землетрясением, уничтожили названные выше города. Дождь, потоки воды, содержавшей серную кислоту, дополнили произошедшую трагедию.

Обстоятельства катастрофы 30 июня 1908 г., связанные с падением метеорита в районе реки Подкаменная Тунгуска (южная часть Центральной Сибири), неоднократно освещались в печати. Очевидцы отмечают: гул и грохот сотрясал окрестности на сотни километров, звук взрыва был слышен на расстоянии до 1200 км от места катастрофы, как подкошенные, падали деревья в радиусе 30 км от места падения метеорита, вода в реках шла мощным валом, встревоженные животные метались по горящей тайге. Воздушная волна, порожденная небывалым взрывом, два раза обошла земной шар.

На определенном историческом этапе развития человечества, возможно, в связи с ростом населения на планете к необычным, природным явлениям присоединились социальные потрясения - войны и эпидемии.

Историки пишут, что 33 века назад на земле произошла первая война: египетский фараон Рамсес II сражался с царем хеттов Хетасаром. Вскоре между ними был заключен договор, устанавливающий «вечный» мир на земле. Но после этого на планете произошло более 15 тыс. войн. И люди находили для них названия: священные и религиозные, феодальные и династические, торговые и колониальные, чайные и опиумные, семилетние и столетние, расовые и народные, крестьянские и гражданские, большие и малые, химические, локальные и мировые. В XX в. одна за другой возникли две мировые войны, в которых погибли десятки миллионов людей. Последние десятилетия — это период сплошных

локальных войн, разрушительный характер их не выдерживает сравнения с войнами прошедших веков. Если на каждого погибшего во второй мировой войне приходилось 1000 кг снарядов и бомб, то в корейской войне — уже 5600 кг, во вьетнамской — 17800 кг. В настоящее время на каждого человека на земном шаре приходится по 200 т тротила только ядерной взрывчатки, а несколько килограммов отравляющих веществ способны погубить несколько миллионов человек.

Война всегда сопровождается массовым травматизмом, болезнями, ухудшением санитарно-гигиенических условий для армий воюющих сторон и их населения. Войну можно характеризовать как в какой-то мере социальную катастрофу.

В средине века и в XVII—XIX вв. войны сопровождались массовыми инфекционными заболеваниями, приобретавшими в ряде случаев характер эпидемий среди личного состава войск и населения районов боевых действий. В войнах прошлого потери людей от инфекционных болезней иногда были больше, чем от поражающего действия применявшегося оружия.

Возрастание потребности в медицинской помощи пострадавшим во время боевых действий явилось основой для возникновения и совершенствования нового направления в медицинской науке — военной медицины. Огромный опыт, накопленный военной медициной в ходе военных конфликтов, особенно в области медицинского обеспечения больших по численности воинских контингентов, а также опыт военно-полевой хирургии, военно-полевой терапии, военной гигиены и эпидемиологии способствовал разработке научных положений по проблемам медицины катастроф. Сейчас уже можно говорить, что медицина катастроф имеет исторические корни в военной медицине, что между ними существует взаимосвязь, есть и общие проблемы. Вместе с тем, несмотря на сходство проблем медицины катастроф и военной медицины, между ними есть и важные различия:

военная медицина нацелена на войну, а медицина катастроф — на все многообразие возможных последствий стихийных бедствий, технологических, транспортных, химических, радиационных и экологических инцидентов.

Анализ и прогноз процесса исторического развития человечества позволяет сделать заключение, что военная медицина как наука о медицинской безопасности личного состава вооруженных сил может быть лишь составной частью медицины катастроф, основная задача которой состоит в сохранении жизни пострадавшим (взрослым и детям) в экстремальных ситуациях, восстановлении их здоровья и трудоспособности, а также в защите населения района бедствия от всех вредных для здоровья факторов внешней среды. Следовательно, возникнув на основе военной медицины, медицина катастроф в своем развитии все более четко разрабатывает общие и социальные проблемы медицинской защиты населения в чрезвычайных ситуациях.

Развитие цивилизации, рост городов и связанное с этим ухудшение условий жизни людей, миграция населения способствовали возникновению массовых инфекционных болезней. Это особенно четко проявилось в Средние века. Но и в Древнем мире люди часто становились жертвами разнообразных болезней, будучи совершенно беспомощными, в борьбе с ними, подчас не имея представления о самой возможности этой борьбы. А жизнь первобытного человека, по-видимому, была постоянной борьбой с природой. При этом он ориентировался лишь на инстинкт самосохранения, постепенно накапливая нужный опыт лечения заболеваний. Формирование и обогащение медицинского опыта ускорилось с развитием цивилизованных форм жизни. Греческий историк Геродот (V в. до н. э.) утверждал, что в его время уже имелись врачеватели «по каждой части тела». Это свидетельствует о начале дифференциации медицинской науки и практики. Рост числа инфекционных больных, вероятно, послужил толчком к выделению в отдельное направление медицины эпидемиологии и гигиены. Уже в V—IV в. до н.

э. во время войны, а позднее - и в крупных городах были врачи, в обязанности которых входило проведение предохранительных мер против распространения инфекционных заболевании. Об этом пишет Гиппократ (около 460 - 377 гг. до н. э.) в своем произведении «О воздухах, водах и местностях» после посещения скифов на северном побережье Черного моря. Но еще раньше (VI - V вв. до н. э.) в Риме существовала система водопроводов и подземных водосточных труб (клоаки), что свидетельствовало о распространении гигиенических знании среди населения. Исторические источники свидетельствуют, что массовое распространение заразных болезней не было известно Древнему миру в таких масштабах, какие оно приняло в Средние века. Возникновению эпидемий способствовал ряд условий: рост городов, отличавшихся скученностью, теснотой и антисанитарией; массовые передвижения населения - так называемое Великое переселение народов с Востока на Запад, позднее - большое военно-колонизационное движение в обратном направлении, так называемые Крестовые походы (восемь походов за период с 1096 по 1291 г.). Эпидемии Средних веков описываются обычно под обобщающим наименованием «мор» (дословно «чума»). Но, судя по сохранившимся описаниям, «мором» называли самые различные инфекционные болезни: чуму, тифы, оспу, холеру, дизентерию. По-видимому, имели место и смешанные эпидемии этих болезней. В раннее средневековье (с V по X - XI вв.) эпидемии еще не были частыми и крупными по размаху. Следующие века (XI - XV вв.) характеризуются крупными эпидемиями. Особенно тяжелую память в Европе в середине XIV в. оставила «черная смерть» (чума с присоединением к ней других болезней). На основе данных летописей, церковных записей о погребениях и городских хроник установлено, что в крупных городах вымерло тогда от 50 до 90 % населения. Эпидемия сопровождалась разрухой во всех областях хозяйственной и общественной жизни. Русские летописцы сообщают об эпидемии чумы в Киеве, Смоленске и Суздале (1351 - 1364 гг.).

В медицине этого периода большое место занимали борьба с заразными болезнями, мероприятия по ликвидации эпидемий. В медицинских стационарах, богадельнях, монастырях совершенствовался опыт лечения больных, в том числе и инфекционных. На смену схоластике приходит научная медицина, применение многих лекарственных средств, уход за больными, их изоляция от здоровых людей. К XV в. в Европе работало уже около 40 университетов, в составе многих из них были медицинские факультеты. Именно в этот период возникли научные основы противоэпидемической защиты населения. Достижения микробиологии в XVII - XVIII вв. позволили разработать специфические средства предупреждения и лечения инфекционных больных (вакцинация и др.). Мероприятия по борьбе с эпидемиями дали возможность успешно их предупреждать и своевременно ликвидировать уже возникшие эпидемические вспышки. Можно считать, что сформировавшиеся в XVIII - XIX вв. принципы противоэпидемической защиты населения являются базовыми и для современных условий, в том числе и для медицины катастроф. Заметим, что достижения медицины, в частности, в области микробиологии и эпидемиологии, в следующем XX в. были использованы для создания бактериологического оружия - варварского средства массового уничтожения населения.

Интенсивное развитие в XIX в. химии, рост химического производства, использование химических веществ в промышленности, военном деле, а затем в сельском хозяйстве и быту создали предпосылки для возникновения аварий на химических предприятиях, загрязнения химикатами окружающей среды, их отрицательного воздействия на здоровье человека. При химических авариях люди получали тяжелые острые отравления, подчас со смертельным исходом. В начале XX в. создается химическое оружие. Это варварское средство массового уничтожения людей применялось в первой мировой войне, в результате чего более 1,3 млн человек получили поражения, значительное количество пострадавших погибли. Несмотря на запрещение использования химического оружия на войне

(1925 г.), его тайно продолжают совершенствовать, увеличивать запасы, готовить к применению. И только в наши дни мировой общественностью поставлен вопрос о конверсии военно-химического производства и уничтожении химического оружия. Примерно с середины XX в. в связи с интенсивным ростом химических производств для населения развитых стран мира возникла угроза химического загрязнения окружающей среды, а химические аварии на производстве, в местах хранения химикатов, при их транспортировке настолько участились, что их последствия стали опасными для миллионов людей.

Научно-технические открытия XX в. повлекли за собой опасность возникновения аварий. Взорванные армией США в августе 1945 г. ядерные боеприпасы над японскими городами Хиросима и Нагасаки привели к многочисленным человеческим жертвам и возвестил о начале века использования энергии атома. Затем последовали испытания ядерного оружия в атмосфере, в космосе, под землей и под водой. Начиная с 50 - 60-х годов текущего столетия, из-за испытаний ядерного оружия наблюдается значительное повышение радиационного фона на планете. Использование энергии атома в мирных целях (АЭС и др.) еще более усугубляет ситуацию. В настоящее время в развитых странах мира действует около 400 энергоблоков в составе более 200 АЭС. Несмотря на огромные средства, вкладываемые в обеспечение безопасной работы АЭС, полностью исключить аварийные ситуации невозможно. За последние десятилетия в мире произошло более 150 аварий с выходом радиоактивных веществ за пределы реактора. С 1986 г. человечество живет в условиях, возникших после чернобыльской катастрофы. В момент аварии на Чернобыльской АЭС погиб 31 человек. В дальнейшем, у 145 участников ликвидации аварии возникла острая лучевая болезнь. Облучению в дозах, выше допустимых, подверглись более 150 тыс. человек. В настоящее время на зараженной радионуклидами территории проживает несколько миллионов человек. Проблема ликвидации медицинских последствий ядерных аварий сложна и многопланова. Многие аспекты этой

проблемы должны решаться специалистами медицины катастроф при тесном взаимодействии с другими специалистами медицинского профиля.

В XX в. успехи физики и химии позволили разработать многие технологии, в основе которых лежат химические и ядерные процессы. Создание крупных энерготехнологических комплексов, вредных для здоровья производств, периодические аварии на них явились причиной крайне отрицательного воздействия на среду обитания всего живого - растения, животных, людей. Население развитых в промышленном отношении государств оказалось неподготовленным к такому мощному воздействию химического и радиационного факторов. Суммарное влияние химических и физических факторов не проходит и мимо человека. Японские ученые, изучавшие последствия ядерных взрывов над Хиросимой и Нагасаки, считают закономерным после радиационного воздействия даже в малых дозах увеличение среди облученных людей частоты лейкозов, опухолей, нарушений иммунитета и других заболеваний. К такому выводу пришли и другие ученые многих стран мира.

Огромной проблемой во второй половине XX в. для многих развитых в промышленном отношении стран мира стали транспортные катастрофы (автомобильные, авиационные, железнодорожные, морских и речных судов). Железнодорожные катастрофы последних лет (Арзамас, Уфа, Бологое и др.) унесли сотни человеческих жизней. Перечень крупнейших авиакатастроф в мире за последние годы включает десятки наименований. Дорожно-транспортные последствия, автомобильные катастрофы на дорогах России за последние годы приобрели чрезвычайный характер: ежегодно травмируются более 150 тыс. человек, более 30 тыс. при этом погибают. Ежедневно в автокатастрофах погибают до 90 человек и до 600 человек получают тяжелые травмы и термические ожоги. Значительное число пострадавших погибает от запаздывания ЭМП, хотя травмы в ряде случаев по степени тяжести не являются смертельными.

Проблема организации ЭМП пострадавшим становится исключительно острой. Она стала предметом особого внимания медицинской общественности и государственных органов управления.

Реальный анализ и правильная оценка процессов, происходящих в природе и обществе, свидетельствуют об исключительной, все возрастающей роли медицины катастроф в общей системе знаний и практической деятельности людей.

Системный научный анализ катастроф, проблем общей защиты населения в районах бедствий, медицинской защиты, организации ЭМП пострадавшим, их эвакуации в лечебные учреждения, лечения и реабилитации требуют выработки четких методологических подходов. Очевидно, что медицину катастроф необходимо разрабатывать применительно к ликвидации медицинских последствий различных очагов, имеющих свои специфические особенности (землетрясения, наводнения, аварии на АЭС, предприятиях химической промышленности и т. д.). *Медицина катастроф — это научная дисциплина, имеющая отношение практически ко всем медицинским специальностям и, прежде всего, к организации здравоохранения, хирургии, терапии, педиатрии, психиатрии, радиологии, токсикологии и др*.

Созданная в системе здравоохранения новая структура – служба экстренной медицинской помощи в ЧС, – затем была переименована в службу медицины катастроф. В постановлении Совета Министров СССР от 07.04.90 № 339, было объявлено «о создании в стране службы экстренной медицинской помощи в ЧС».

Такая подготовка стала осуществляться в ВУЗах последипломного образования в 1990 г., а с 1992 г. введена в учебные планы ВУЗов.

Требования к уровню подготовки выпускника

по дисциплине «Медицина катастроф»

- иметь представление о принципах организации и задачах службы мед. катастроф и мед. службы ГО, их учреждениях, формированиях, органах управления и оснащении;

- знать принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных ЧС и стихийных явлениях;

- знать основы военной службы и обороны государства;

- знать медико-тактическую характеристику очагов поражения, катастроф различных видов;

- знать основы лечебно-эвакуационного обеспечения пораженного населения в ЧС (этапность и требования к оказанию мед. сортировки, принципы ее организации и проведения, сортировочные признаки, организацию и объём первой мед. помощи);

- знать основные санитарно-гигиенические и противо-эпидемические мероприятия, проводимые в ЧС;

- уметь организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий в ЧС;

- уметь оказывать первую мед. помощь.

1. Организация службы медицины катастроф России

Классификация чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории или объекте, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного явления, эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, применения средств массового поражения или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, нанесение ущерба окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

по масштабам:

- локальные

- муниципальные

- межмуниципальные

- региональные

- федеральные

- трансграничные (глобальные);

по виду:

биологические: инфекционная заболеваемость людей, животных, растений;

социально-политические: голод, терроризм, военно-политические конфликты и войны;

природные: землетрясения, ураганы, наводнения, смерчи, цунами и др.;

техногенные: аварии, пожары, взрывы, обрушения;

экологические: в атмосфере, гидросфере, биосфере, литосфере.

Поражающие факторы ЧС и их медицинские последствия

Поражающие факторы – это воздействия сил ЧС на людей, животных, технику, здания и окружающую среду.

Медицинские последствия – это результат воздействия сил ЧС на человека. Медицинские последствия могут быть в виде санитарных потерь.

Санитарные потери – это люди, пораженные в результате воздействия сил ЧС, погибшие в момент воздействия сил ЧС, умершие в результате их воздействия на месте происшествия или пропавшие без вести. Выделяют безвозвратные санитарные потери.

Пораженный – это человек, у которого в результате воздействия сил ЧС возникли нарушения здоровья.

Пострадавший – это человек, понесший в результате ЧС материальный, моральный ущерб или получивший психическое расстройство.

Поражающие факторы	Медицинские последствия
Термический	Ожоги, отморожения, перегревание, замерзание
Физический	Радиационные, вибрационные, баропоражения
Механический (ударная волна)	Травмы, ранения, контузии
Химический	Острые отравления и хим. ожоги
Аэрогидродинамический	Травмы, утопления, замерзание

Принципы организации и задачи службы медицины катастроф

Катастрофа (по определению Всероссийской службы медицины катастроф – это внезапное быстротечное событие, повлекшее за собой человеческие жертвы, причинившее ущерб здоровью людей, вызвавшее разрушение или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также нанесшее серьезный ущерб окружающей среде.

Медицина катастроф – отрасль медицины, представляющая собой систему научных знаний и сферу практической деятельности, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и эпидемиях; предупреждение и лечение поражений (заболеваний), возникших при ЧС; сохранение и восстановление здоровья участников ликвидации ЧС.

Экстренная медицинская помощь – комплекс лечебно-профилактических мероприятий, осуществляемых в ЧС для сохранения жизни пораженных (больных), предупреждения осложнений и быстрейшего восстановления их здоровья.

Служба медицины катастроф МЗ РФ (СМК) – неотъемлемая составная часть здравоохранения со своим руководством, органами управления, силами, средствами, формами и методами работы, обеспечивающими своевременное оказание медико-санитарной помощи населению в чрезвычайных ситуациях. Она является функциональной подсистемой РСЧС.

В *основе деятельности СМК РФ лежат принципы*:

- СМК носит государственный и приоритетный характер. Ее государственный характер обеспечивается постановлениями Правительства, указами Президента, приказами МЗ. Приоритетный характер СМК обеспечивается предоставлением ей максимально благоприятных условий для оказания экстренной медицинской помощи (ЭМП).

- СМК организуется по территориально-производственному и региональному принципу и представлена трехуровневой структурой: федеральной, региональной и территориальной.

- Управление и организация СМК обеспечиваются разумным сочетанием централизованного и децентрализованного управления.

- Двухэтапная система организации экстренной медицинской помощи.

- Медицинская сортировка как один из основополагающих принципов своевременного оказания экстренной медицинской помощи в ЧС.

- Эшелонирование и маневр силами и средствами ЭМП.

- Взаимодействие СМК с медицинскими силами других министерств и ведомств, службами РСЧС.

- Своевременность, непрерывность и эффективность оказания ЭМП.

- Принцип единоначалия при ликвидации медицинских последствий ЧС, т. е. необходимость единолично в пределах своей компетенции принимать решение в соответствии с предложениями подчиненных.

- Принцип универсальности.

- Разумная достаточность сил и средств СМК и экономическая целесообразность.

- Материальная заинтересованность и правовая ответственность, юридическая и социальная защищенность специалистов службы.

- Подготовка населения, а также лиц с профессиями повышенного риска к действиям и оказанию первой медицинской помощи в ЧС.

Задачи службы медицины катастроф:

• проведение мероприятий, направленных на предупреждение, локализацию и ликвидацию медико-санитарных последствий возможных катастроф

• организация, подготовка и поддержание в высокой степени готовности органов управления, учреждений, формирований и личного состава службы к работе по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС

• своевременное оказание медицинской помощи, эвакуация и лечение пораженных, восстановление их здоровья с целью быстрейшего возвращения их к нормальному образу жизни, максимального снижения инвалидности и летальности

• проведение лечебно-профилактических мероприятий, направленных на профилактику и снижение психоневрологического и эмоционального воздействия катастрофы на население и быстрейшую его реабилитацию

• обеспечение санитарного благополучия населения в районах катастроф, предупреждение возникновения и распространения массовых инфекционных заболеваний среди населения в зонах катастроф и прилегающих территориях

• сохранение здоровья личного состава службы в период ликвидации медико-санитарных последствий ЧС, оказание медицинской помощи персоналу спасательных подразделений

• проведение судебно-медицинской экспертизы погибших, судебно-медицинского освидетельствования пораженных с целью определения степени тяжести поражения и прогнозирования трудоспособности.

Решение задач, стоящих перед СМК, может быть обеспечено проведением следующих *мероприятий*:

• создание, оснащение, подготовка и поддержание высокой степени готовности сил и средств службы, разработка и внедрение в практику

здравоохранения теоретических, методических и организационных основ медицинского обеспечения населения в ЧС;

• накопление, хранение, освежение, учет и контроль медицинского имущества, необходимого для работы формирований и учреждений службы в ЧС;

• подготовка медицинского состава к работе в ЧС и обучение всего населения оказанию первой медицинской помощи и правилам адекватного поведения при различных катастрофах;

• оперативное управление силами СМК, маневр ими, взаимодействие.

Для успешной реализации задач, стоящих перед СМК, используются имеющиеся и дополнительно созданные на базе действующих учреждений здравоохранения силы СМК.

К ним относятся формирования, учреждения, органы управления и руководства.

ФОРМИРОВАНИЯ службы МК Минздравмедпрома РФ:

• бригады скорой медицинской помощи – БСМП (линейные и специализированные); предназначены для оказания ЭМП в районе бедствия на догоспитальном этапе;

• бригады экстренной медицинской помощи – БЭМП (врачебно-сестринские и доврачебные); их основное назначение – усиление службы скорой медицинской помощи на догоспитальном этапе в районе катастрофы;

• медицинские отряды (МО), состоящие из бригад ЭМП; служат для оказания неотложной первой врачебной помощи на догоспитальном этапе;

• специализированные медицинские бригады постоянной готовности (СМБПГ) и бригады экстренной специализированной медицинской помощи (БЭСМП); входят в состав центров медицины катастроф и предназначены для

усиления ЛПУ, оказывающих квалифицированную и специализированную медицинскую помощь;

• автономные выездные медицинские госпитали (АВМГ); предназначены для оказания первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи в очагах катастроф или в непосредственной близости их. С целью максимально оперативного выдвижения к месту катастрофы ряд территориальных служб медицины катастроф в своем составе дополнительно развертывают:

• оперативные группы управления (ОГУ)

• санитарную авиацию (СА)

• подвижные комплексы медицины катастроф (ПКМК) на базе автомобильного шасси

• аэромобильные лечебно-эвакуационные комплексы (АЛЭК) на базе вертолета Ми-17МВ. Для проведения в районах широкомасштабных катастроф санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий на базе ГЦСЭН создаются подвижные формирования:

• санитарно-эпидемиологические отряды (СЭО)

• санитарно-эпидемиологические бригады (СЭБ)

• противоэпидемиологические бригады (ПЭБ)

• специализированные противоэпидемиологические бригады (СПЭБ)

• группы эпидемиологической разведки (ГЭР).

УЧРЕЖДЕНИЯ службы МК Минздравмедпрома России:

• Всероссийский центр МК «Защита» и его клинические базы

- 10 региональных центров МК: Западно-Сибирский (Новосибирск), Дальневосточный (Хабаровск), Московский (Москва), Забайкальский (Чита), Уральский (Екатеринбург), Поволжский (Казань), Северо-Кавказский (Ростов-на-Дону), Северо-Западный (С.-Петербург), Восточно-Сибирский (Красноярск), Приволжский (Самара).

- Республиканские, краевые, областные и городские территориальные центры МК.

- Межрайонные центры МК – филиалы территориальных центров.

- Клиники территориальных центров МК.

- Территориальные лечебно-профилактические учреждения здравоохранения согласно плану на случай возникновения ЧС.

- Базы и склады специального медицинского снабжения.

- Учебные учреждения по первичной и преддипломной подготовке мед. работников (врачей, фельдшеров, м/с) по МК.

- В районах катастроф используются учреждения здравоохранения, сохранившие свою работоспособность. Территориальные органы здравоохранения взаимодействуют с мед. службой Министерства обороны, МВД, МПС России и др. ведомствами, а также с аварийно-спасательными отрядами, введенными в очаг катастрофы.

Учреждения службы МК снабжены необходимым оснащением для проведения мед. разведки, транспортом, средствами связи и индивидуальной защиты. Территориальная служба МК располагает подвижными формированиями для оказания неотложной помощи на догоспитальном этапе (бригады экстренной медицинской помощи, медицинские отряды) и бригадами врачей-специалистов: нейрохирургические, ожоговые, травматологические, детские и т.д. Доставка

медицинских формирований в район катастрофы осуществляется силами Гражданской авиации, Министерства обороны, Министерства по ЧС, транспортными средствами, находящимися в распоряжении территориальных формирований. Медицинское обеспечение осуществляется путем одноэтапной и двухэтапной систем эвакуации по назначению. При крупномасштабных катастрофах система двухэтапной эвакуации становится неизбежной из-за большого количества пораженных.

Органы управления и руководства службой МК

Минздравмедпрома России

- Министерство здравоохранения и медицинской промышленности РФ (отдел медицины катастроф) во главе с начальником Всероссийской службы медицины катастроф, которым является министр здравоохранения России.
- Министерства, департаменты, комитеты, управления, отделы здравоохранения территорий субъектов России (отделения медицины катастроф).
- Межведомственные координационные комиссии (Всероссийская и территориальные).
- Штабы Всероссийской службы медицины катастроф.
- Штабы медицинской службы гражданской обороны.
- Штабы медицинских служб гражданской защиты.

Задачи и принципы организации медицинской службы ГО.

Медицинская служба ГО (МСГО) является специальной организацией в системе здравоохранения, предназначенной для медицинского обеспечения пораженного населения в военное время, а также при ликвидации последствий

стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф в мирное время.

Основные *задачи* МСГО:

• оказание всех видов медицинской помощи пораженному населению в очагах массового поражения с целью быстрейшего возвращения пораженных к труду, максимального снижения инвалидности и летальности.

• проведение санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения массовых инфекционных заболеваний.

• проведение комплексных мероприятий по защите населения и личного состава МСГО от воздействия поражающих факторов современного боевого оружия и техногенных катастроф.

Для решения этих задач в ЧС мирного и военного времени МСГО имеет соответствующую организационную структуру.

В состав МСГО входят: руководство, органы управления, силы и средства.

К руководству относятся начальники МСГО. Ими являются руководители соответствующих органов управления здравоохранения всех уровней.

Органы управления представлены штабами МСГО и управлением больничной базы (УББ).

К силам МСГО относятся: медицинские невоенизированные формирования и учреждения.

В основу организации сил и средств МСГО положены следующие *принципы*:

• Территориально-производственный принцип (создаются в основном на базе существующих учреждений и органов здравоохранения).

• Принцип универсализации подготовки (т. е. предназначены для работы в любых очагах массовых поражений).

• Принцип функционального предназначения (т. е. для каждого формирования и учреждения определяется приоритетное функциональное предназначение).

МЕДИЦИНСКИЕ Формирования ГО:

• Санитарный пост (СП). Состоит из 4-х человек – начальник поста и 3 санпостовцев. В мирное и военное время СП предназначены для оказания 1-й медицинской помощи, проведения санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий. Они осуществляют также уход за пораженными и больными в медицинских пунктах на СЭП, ПЭП, в пути следования при эвакуации. СП за 10 часов работы в очагах массового поражения может оказать 1-ю медицинскую помощь 100 пораженным (без розыска и выноса)

• Санитарная дружина (СД). В штат СД входят: командир дружины, его заместитель, связной (он же завхоз) и 5 звеньев по 4 человека; во главе каждого из них стоит командир звена, назначаемый из его состава. Всего в СД – 23 человека. Кроме того, может придаваться грузовой автомобиль с водителем. Оснащаются СД по единым табелям за счет учреждений, на базе которых они создаются. За 5 часов работы СД может оказать помощь до 250 пораженным (в ядерном очаге) или же до 200 в химическом очаге. СД предназначены для самостоятельной работы в очагах поражения, а также в составе формирований и учреждений МСГО и формирований ГО общего назначения (сводный отряд, спасательный отряд).

•Отряд первой медицинской помощи (ОПМ). Предназначен для оказания 1-й врачебной помощи пораженным в очагах (на границе) массовых санитарных потерь. Отряд формируется на базе одного лечебно-профилактического

учреждения. В состав отряда зачисляются мужчины в возрасте 16-60 лет и женщины (16-55 лет), за исключением незабронированных военнообязанных, инвалидов 1 и 2 группы, беременных и женщин, имеющих детей до 8-летнего возраста, а также женщин со средним и высшим мед. образованием, имеющих детей до 2-летнего возраста. Решением "СЗ" районной администрации к отряду приписываются санитарные дружины (две), подвижный пункт питания (ППП), подвижный пункт вещевого снабжения (ППВС), автомобильный транспорт с водителями, а также здания для развертывания. Предусматривается также размещение ОПМ в палатках. По штату предусмотрено: 146 человек личного состава, в т.ч.: 8 врачей, 38 медсестер и фельдшеров, 2 санитарные дружины и 52 человека обслуживающего персонала. Для работы в очаге отряд развертывает: управление, сортировочно-эвакуационное отделение, отделение частичной сан. обработки и дезактивации одежды и обуви, операционно-перевязочное отделение, госпитальное отделение с изоляторами для инфекционных больных (на две инфекции) и для пораженных с острыми психическими расстройствами, отделение мед. снабжения (аптеку), лабораторное отделение, хозяйственное отделение, морг. За 12 часов работы ОПМ может принять, провести мед. сортировку, оказать 1-ю врачебную помощь и подготовить к эвакуации 500 пораженных.

• Бригады специализированной медицинской помощи (БСМП): предназначены для оказания специализированной мед. помощи пораженным и больным соответствующего профиля в больницах МСГО загородной зоны, которые они усиливают. В состав бригады входит 2 врача, 2 медсестры и шофер.

• Отряд специализированной медицинской помощи (ОСМП): состоит из 8 БСМП и управления (начальник отряда, его заместитель, шофер – связной).

• Токсико-терапевтический подвижный госпиталь (ТТПГ): предназначен для оказания квалифицированной и специализированной медицинской помощи и

лечения пораженных СДЯВ; развертывается вблизи очага химического поражения.

• Инфекционный подвижный госпиталь (ИПГ): предназначен для оказания квалифицированной и специализированной медицинской помощи и лечения инфекционных больных, оказания консультативной помощи мед. персоналу, работающему в очагах опасных инфекций, проведения лабораторной идентификации бактериальных средств.

• Специализированные противоэпидемические бригады (СПЭБ): предназначены для проведения противоэпидемических мероприятий в очагах опасных инфекций и районах широкомасштабных катастроф.

• Группа эпидемиологической разведки (ГЭР): предназначена для проведения эпидемиологического обследования инфекционных очагов, проведения эпид. разведки и объектов проб с объектов внешней среды.

УЧРЕЖДЕНИЯ Медицинской Службы ГО:

лечебные учреждения (больницы МСГО загородной зоны), станции переливания крови, центры ГСЭН, склады медицинского снабжения, аптеки;

учебные заведения по первичной и последипломной подготовке мед.работников по МСГО и др.

Лечебные учреждения МСГО предназначаются для оказания пораженным квалифицированной и специализированной медицинской помощи и лечения до их окончательных исходов. Существующие в мирное время лечебные учреждения не в полной мере соответствуют условиям изменения работы при массовом поступлении в них пораженных со специфической патологией. Поэтому потребуется заблаговременная их подготовка: расширение коечной емкости, развертывание характерных для данной патологии подразделений, подготовка кадров для работы в новых условиях, вывод ЛПУ в загородную зону.

Одновременно с такой перестройкой часть коек этих больниц сохраняется для обслуживания вывезенных больницей из города транспортабельных больных и нетранспортабельных больных, оставленных в городе (около 10 % от числа всех больных города). Кроме того, сохраняются инфекционные, психоневрологические, педиатрические и родильные койки. Часть персонала уходит для работы в медицинских формированиях. И тем не менее во всех случаях следует сохранить функционально-административную целостность больницы и расширить ее коечную емкость не менее, чем в 2 раза, используя собственную площадь и дополнительно приписанные общественные здания из расчета в пределах 3 кв. м на койку. Можно распределять пораженных и среди местного населения (2 пораженных на 1 семью). Больницы МСГО могут быть многопрофильными (головные больницы – ГБ, многопрофильные больницы – МПБ) и однопрофильными (профилированные больницы): травматологические (ТПБ), терапевтические (ТерПБ), инфекционные (ИПБ), психоневрологические (ПНБ). Совокупность ЛПУ МСГО загородной зоны, объединенных единым органом управления и предназначенных для оказания полного объема медицинской помощи пораженному населению, получила название больничной базы (ББ). Организационно ББ состоит из лечебно-эвакуационных направлений (ЛЭН). Органом, организующим работу в ЛЭНе, является головная больница (ГБ). Она принимает пораженных на основном пути их вывоза из очага массовых санитарных потерь, сортирует, наиболее тяжелым оказывает неотложную помощь, а остальных распределяет по профильным больницам данного ЛЭН. Головная больница перед въездом в больничную базу на основном пути эвакуации выставляет медицинский распределительный пост (МРП). Здесь пораженных осматривают на транспорте, и транспорт может быть сразу же направлен в профильную больницу, минуя ГБ (в случае однопрофильности пораженных). У въезда в ГБ выставляется вспомогательный распределительный пост (ВРП).

Учитывая, что формирования и учреждения МСГО и СМК практически создаются на одной и той же базе, а также однотипность их задач в мирное и военное время, представляется целесообразным организовывать их работу при ликвидации последствий в очагах массовых потерь при едином органе управления – *Штабе* медицинских служб гражданской защиты.

Тема 2

Нормативно-правовая база системы медицинского обеспечения населения и сил РСЧС (ГО) в чрезвычайных ситуациях (ЧС) мирного и военного времени

«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ. (См Приложение №)

«О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций «Постановление от 30 декабря 2003 г. № 794 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.05.2005 № 335, от 03.10.2006 № 600). (См Приложение №)

«О гражданской обороне» Федеральный закон от 11 июля 2004 года № 868. (См Приложение №)

«Об образовании Российского корпуса спасателей» Постановление Правительства РФ от 27 декабря 1990 г. № 606. (См Приложение №)

«О создании Российского центра подготовки спасателей». Постановление Правительства РФ от 9 января 1997 г. № 26. (См Приложение №)

« О Министерстве РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». Положение от 11 июля 2004 года № 868. (См Приложение №)

Тема 3

Основы лечебно-эвакуационного обеспечения пораженного населения в чрезвычайных ситуациях.

Система лечебно-эвакуационного обеспечения населения в чрезвычайных ситуациях включает совокупность научно-обоснованных принципов организационно-практических мероприятий по оказанию пораженному населению медицинской помощи и лечению, связанных с его эвакуацией за пределы зоны (очага) катастрофы, и предназначенных для этого сил и средств службы медицины катастроф. На организацию системы ЛЭО влияют следующие основные условия: вид катастрофы, размеры очага поражения, количество пораженных, характер патологии, степень выхода из строя сил и средств здравоохранения в зоне катастрофы, состояние материально-технического оснащения СМК и уровень подготовки кадров, наличие на местности опасных поражающих факторов (РВ, СДЯВ, пожаров) и др.

Общим *принципом* лечебно-эвакуационного обеспечения в условиях ЧС является, в основном, двухэтапная система оказания медицинской помощи и лечения пораженных с их эвакуацией по назначению.

Медицинские формирования и лечебные учреждения, развернутые на путях эвакуации пораженных их зоны (района) катастрофы и предназначенные для

массового приема, медицинской сортировки, оказания медицинской помощи пораженным, подготовки их к эвакуации и лечения, получили наименование "ЭТАПА МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ".

Первым этапом медицинской эвакуации, предназначенным преимущественно для оказания первой медицинской и первой врачебной помощи, являются сохранившиеся в зоне ЧС лечебные учреждения, пункты сбора пораженных, развернутые бригадами скорой помощи и врачебно-сестринскими бригадами, прибывшими в зону ЧС и расположенных вблизи лечебных учреждений.

Вторым этапом медицинской эвакуации являются существующие и функционирующие вне зоны ЧС, а также дополнительно развернутые лечебные учреждения, предназначенные для оказания исчерпывающих видов медицинской помощи – квалифицированной и специализированной и для лечения пораженных до окончательного исхода.

Каждому этапу медицинской эвакуации устанавливается определенный объем медицинской помощи (перечень лечебно-профилактических мероприятий). Основными видами помощи в очаге или на его границе является:

1-я медицинская, доврачебная и 1-я врачебная помощь.

В зависимости от обстановки здесь же некоторым категориям пораженных могут выполняться элементы квалифицированной медицинской помощи.

На 2-м этапе медицинской эвакуации обеспечивается оказание квалифицированной и специализированной медицинской помощи в полном объеме, лечение до окончательного исхода и реабилитации. Таким образом в системе ЛЭО имеются следующие виды медицинской помощи: первая медицинская помощь, доврачебная помощь, первая врачебная помощь, квалифицированная медицинская помощь, специализированная медицинская

помощь. Характерной особенностью оказания медицинской помощи пораженным является расчленение, рассредоточение (эшелонирование) ее оказания во времени и на местности по мере эвакуации пораженных из очага катастрофы в стационарные лечебные учреждения. Степень расчленения (эшелонирования) медицинской помощи различна в зависимости от медицинской обстановки в зоне катастрофы. Исходя из нее может изменяться и объем медицинской помощи – расширяться или сужаться. Однако всегда должны быть проведены мероприятия, направленные на спасение жизни пораженного и снижение (предупреждение) развития опасных осложнений. Каждый этап медицинской эвакуации имеет свои особенности в организации работы. Однако, в его составе необходимо создавать условия для приема, размещения и мед. сортировки пораженных, помещения для оказания мед.помощи, временной изоляции, сан. обработки, временной или окончательной госпитализации, ожидания эвакуации и подразделения обслуживания. Для оказания 1-й медицинской и доврачебной помощи на месте, где получена травма или вблизи от него, а также отдельных мероприятий 1-й врачебной помощи, не требуется развертывания на местности функциональных отделений. Необходимость в организации 1-го этапа медицинской эвакуации обусловлена тем, что расстояние между районом бедствия и стационарными лечебными учреждениями может быть значительным. Определенная часть пораженных не выдержит длительную эвакуацию непосредственно из очага катастрофы после оказания им только 1-й медицинской помощи, полученной в очаге или на его границе.

В службе экстренной медицинской помощи в ЧС объективно выявляются два направления в системе оказания мед. помощи пораженным и их лечения в экстремальных условиях:

- когда оказание мед. помощи пораженным в полном объеме возможно обеспечить силами объектового и местного территориального здравоохранения;

• когда для ликвидации мед. последствий крупной катастрофы необходимо выдвигать подвижные силы и средства из других районов и регионов. В связи с тем, что при двухэтапной системе ЛЭО населения в ЧС мед. помощь расчленяется, к ее оказанию предъявляются следующие два основных требования: преемственность в последовательно проводимых лечебно-профилактических мероприятиях и своевременность их выполнения.

Преемственность в оказании мед. помощи и лечении обеспечивается:

• наличием единства понимания происхождения и развития патологического процесса, а также единых, заранее регламентированных и обязательных для мед. персонала принципов оказания мед. помощи и лечения;

• наличием четкой документации, сопровождающей пораженного. Такой документацией являются: первичная медицинская карточка ГО (на военное время) и первичная медицинская карта пораженного (больного) в ЧС (на мирное время), талон на госпитализацию, история болезни.

Первичная медкарточка ГО (первичная медкарта пораженного в ЧС) оформляется на всех пораженных при оказании им 1-й врачебной помощи, если они подлежат дальнейшей эвакуации, а при их задержке для лечения свыше одних суток – используется как история болезни (или вкладывается в последнюю). При эвакуации пораженного эти документы следуют с ним. Своевременность в оказании мед. помощи достигается хорошей организацией розыска, выноса и вывоза (эвакуации) пораженных из очага на этапы мед. эвакуации, максимальным приближением 1-го этапа к районам возникновения потерь, правильной организацией работы и правильной организацией медицинской сортировки.

Как уже было сказано выше, в системе ЛЭО имеются следующие ВИДЫ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ: первая медицинская помощь, доврачебная помощь, первая врачебная помощь, квалифицированная медицинская помощь, специализированная медицинская помощь. Как вид медицинской помощи –

ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ имеет целью предотвратить дальнейшее воздействие на пострадавшего поражающего фактора, предупредить развитие тяжелых осложнений и тем самым сохранить жизнь пораженному. Она является эффективной тогда, когда оказывается немедленно, или как можно раньше с момента поражения. По данным ВОЗ, каждые 20 из 100 погибших в результате несчастного случая в мирное время могли быть спасены, если бы медицинская помощь была им оказана на месте происшествия. Из числа погибших в зоне смерча в г. Иваново (1984 г.) 16% должны были бы жить, если бы им своевременно и качественно оказали первую медицинскую помощь при кровотечении, переломах костей и асфиксии. С увеличением срока оказания 1-й медицинской помощи быстро возрастает и частота осложнений у пораженных.

Первая медицинская помощь – это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых на месте получения повреждения преимущественно в порядке само- и взаимопомощи, а также участниками спасательных работ, с использованием табельных и подручных средств с целью устранения продолжающегося воздействия поражающего фактора, спасения жизни пострадавшим, снижения и предупреждения развития тяжелых осложнений. Оптимальный срок - до 30 минут после получения травмы. 1-я мед. помощь пораженным оказывается посиндромно, исходя из характера, тяжести и локализации повреждений. Организация экстренной медицинской помощи пораженным тесно связана с фазностью развития процессов в районе бедствия. Так, в период фазы изоляции, длящейся от нескольких минут до нескольких часов,1-я медицинская помощь может оказываться только самими пострадавшими в порядке само- и взаимопомощи. И здесь большое значение имеет обученность населения, умение использовать для оказания помощи подручные средства. И только прибывающие в очаг спасательные формирования начинают использовать табельное имущество для оказания 1-й медицинской помощи.

Объем первой медицинской помощи.

1. При катастрофах с преобладанием механических (динамических) поражающих факторов:

• извлечение пострадавших из-под завалов (перед тем как высвободить конечность от сдавления, на ее основание накладывается жгут, который снимают только после того, как будет произведено тугое бинтование конечности от периферии до жгута), вывод ослепленных из очага, тушение горящей одежды или попавших на тело горящих смесей;

• борьба с асфиксией путем освобождения дыхательных путей от слизи, крови и возможных инородных тел. При западании языка, рвоте, обильном носовом кровотечении пострадавшего укладывают на бок; при западании языка его прокалывают булавкой, которую фиксируют со стороны наружной дужки бинтом к шее или подбородку. Искусственная вентиляция легких методом "рот-в-рот" или "рот-в-нос", а также с помощью S-образной трубки;

• придание физиологически выгодного положения пострадавшему;

• закрытый массаж сердца, временная остановка кровотечения всеми доступными средствами: давящая повязка, пальцевое прижатие, жгут и т.д.; иммобилизация поврежденной области простейшими средствами;

• наложение асептической повязки на рану и ожоговую поверхность;

• введение с помощью шприц-тюбика обезболивающего средства или антидота;

• дача водно-солевого (1/2 ч.л. соды и соли на 1 л жидкости) или тонизирующих горячих напитков (чай, кофе, алкоголь) – при отсутствии рвоты и данных за травму органов брюшной полости;

• предупреждение переохлаждения или перегревания; щадящий ранний вынос (вывоз) пострадавших из очага и сосредоточение их в обозначенных укрытиях;

• подготовка и контроль за эвакуацией пострадавших в ближайший медицинский пункт или в места погрузки пораженных на транспорт.

2. В очагах с преобладанием термической травмы в дополнение к перечисленным мероприятиям проводят:

• тушение горящей одежды;

• укутывание пострадавшего чистой простыней.

3. При катастрофах с выходом в окружающую среду СДЯВ дополнительно:

• защита органов дыхания, глаз и кожных покровов от непосредственного воздействия на них СДЯВ;

• частичная санитарная обработка открытых частей тела (проточная вода, 2% содовый раствор и др.) и при возможности дегазация прилегающей к ним одежды;

• дача сорбентов при пероральных отравлениях, молока, обильное питье, промывание желудка "ресторанным" способом;

• скорейший вынос пораженного из зоны отравления.

4. При авариях с выбросом радиоактивных веществ:

• иодная профилактика и использование по возможности населением радиопротекторов;

• частичная дезактивация одежды и обуви;

• оказание первой медицинской помощи населению в перечисленном объеме при его эвакуации из зон радиоактивного заражения.

5. При массовых инфекционных заболеваниях в очагах бактериологического (биологического) заражения:

• использование подручных и (или) табельных средств индивидуальной защиты;

• активное выявление и изоляция с повышенной температурой больных, с подозрением на инфекционное заболевание;

• применение средств экстренной профилактики;

• проведение частичной или полной сан. обработки.

ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ – комплекс медицинских манипуляций, осуществляемых медицинским персоналом (медсестра, фельдшер) с использованием табельных медицинских средств. Она направлена на спасение жизни пораженных и предупреждение развития осложнений. Оптимальный срок оказания доврачебной помощи – 1 час после травмы. В дополнение к мероприятиям 1-й медицинской помощи *объем доврачебной помощи включает*:

• введение воздуховода, ИВЛ с помощью аппарата типа "Амбу";

• надевание противогаза (ватно-марлевой повязки, респиратора) на пораженного при нахождении его на зараженной местности;

• контроль сердечно-сосудистой деятельности (измерение АД, характера пульса) и функции органов дыхания (частота и глубина дыхания) у пораженного;

• вливание инфузионных средств;

• введение обезболивающих и сердечно-сосудистых препаратов;

• введение и дача внутрь антибиотиков, противовоспалительных препаратов;

• введение и дача седативных, противосудорожных и противорвотных препаратов;

• дача сорбентов, антидотов и т.п.;

• контроль правильности наложения жгутов, повязок, шин, при необходимости – их исправление и дополнение табельными медицинскими средствами;

• наложение асептических и окклюзионных повязок.

ПЕРВАЯ ВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ – комплекс лечебно-профилактических мероприятий, выполняемых врачами на первом (догоспитальном) этапе медицинской эвакуации с целью устранения последствий поражения, непосредственно угрожающих жизни пораженного, предупреждения развития в дальнейшем инфекционных осложнений в ране и подготовке пострадавших к эвакуации. *Должна быть оказана в первые 4-6 часов с момента поражения*. Первая врачебная помощь по неотложным жизненным показаниям потребуется, в среднем, 25% от всех санитарных потерь. Ведущими причинами летальности в 1 и 2 сутки являются тяжелая механическая травма, шок, кровотечение и нарушение функции органов дыхания, причем 30% из этих пораженных погибает в течение 1-го часа, 60% – через 3 часа, а если помощь задерживается на 6 часов, то погибает уже 90% тяжело пораженных. Среди умерших около 10% получали травмы, несовместимые с жизнью, и смерть была неизбежной независимо от того как скоро была оказана им медицинская помощь. Учитывая характер патологии и степень тяжести травмы при катастрофах, первая врачебная помощь должна быть оказана как можно раньше. Установлено, что *шок через час после травмы может быть необратим*. При проведении противошоковых мероприятий в первые 6 часов на 25-30% снижается смертность.

Объем первой врачебной помощи:

• окончательная остановка наружного кровотечения;

• борьба с шоком (введение обезболивающих и сердечно-сосудистых средств, новокаиновые блокады, транспортная иммобилизация, переливания противошоковых и кровезаменяющих жидкостей и др.), восстановление проходимости дыхательных путей (трахеотомия, интубация трахеи, фиксация языка и т.п.);

• наложение окклюзионной повязки при открытом пневмотораксе и др.; искусственное дыхание (ручным и аппаратным способами);

• закрытый массаж сердца;

• подбинтовка повязок, исправление иммобилизации, проведение транспортной ампутации (отсечение конечности, висящей на кожном лоскуте); катетеризация или пункция мочевого пузыря при задержке мочи;

• введение антибиотиков, столбнячного анатоксина, противо-столбнячной и противогангренозной сывороток и др. средств, задерживающих и предупреждающих развитие инфекции в ране;

• акушерско-гинекологическая помощь (гемостаз, туалет раны, прием преждевременных родов, проведение мероприятий по сохранению беременности и др.), неотложная терапевтическая помощь (купирование первичной реакции на внешнее облучение, введение антидотов и др.);

• подготовка пораженных к медицинской эвакуации.

Объем первой врачебной помощи может изменяться (расширяться или суживаться) в зависимости от условий обстановки, количества поступивших пораженных, срока их доставки, расстояния до ближайших лечебных учреждений, обеспеченности транспортом для эвакуации пораженных.

Оказание первой врачебной помощи является задачей бригад скорой медицинской помощи, врачебно-сестринских бригад, не прекративших свою работу ЛПУ, оказавшихся в местах сосредоточения пораженных. Кроме того,

планируется развертывание медицинских пунктов в местах сосредоточения пораженных, а также пунктов медицинской эвакуации. Следует помнить, что транспортировка тяжелопораженных на расстояние более чем 45-60 км (1,5-2 часа) возможна только после стабилизации витальных функций, в сопровождении медработников с проведением при этом необходимых мероприятий интенсивной терапии. Следует помнить, что при прочих равных условиях приоритет в очередности оказания экстренной медпомощи на догоспитальном этапе и эвакуации принадлежит беременным женщинам и детям. При катастрофах 20% поступает на 2-й этап медицинской эвакуации в состоянии шока. Для 65-70% пострадавших с механической травмой и ожогами и до 80% терапевтического профиля квалифицированная медицинская помощь является завершающим видом. В квалифицированной и специализированной медицинской помощи на втором этапе эвакуации 25-30% пораженных будет нуждаться в неотложных по жизненным показаниям лечебно-профилактических мероприятиях. Потребность в госпитализации пораженных с механической травмой составит до 35%, а с ожоговой – до 97%. После оказания пораженным первой медицинской и первой врачебной помощи на догоспитальном этапе они направляются в больницы, дислоцирующиеся вне районов катастроф, где им должна быть оказана квалифицированная и специализированная медицинская помощь, и где они будут находиться на лечении до окончательного исхода. Эти виды медицинской помощи предусматривают наиболее полное использование последних достижений медицины. Их выполнением завершается оказание полного объема медицинской помощи, они носят исчерпывающий характер.

КВАЛИФИЦИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ – комплекс хирургических и терапевтических мероприятий, выполняемых врачами соответствующего профиля подготовки в стационарах лечебных учреждений и

направленных на устранение последствий поражения, в первую очередь угрожающих жизни, предупреждение возможных осложнений и борьбу с развившимися, а также обеспечение планового лечения пораженных до окончательного исхода и создание условий для восстановления нарушенных функций органов и систем. Она должна быть оказана как можно раньше, но не позднее 2 суток. Оказывается врачами-специалистами, работающими в больницах загородной зоны: хирургами – квалифицированная хирургическая помощь, терапевтами – квалифицированная терапевтическая помощь. В отдельных случаях при благоприятной обстановке (прекращение массового поступления пострадавших и первой врачебной помощи оказание всем в ней нуждающимся) квалифицированная помощь может быть оказана в ОПМ.

По срочности оказания мероприятия *квалифицированной хирургической* помощи делятся на три группы:

• первая группа: неотложные мероприятия по жизненным показаниям, отказ от выполнения которых угрожает гибелью пораженного в ближайшие часы.

• вторая группа: вмешательства, несвоевременное выполнение которых может привести к возникновению тяжелых осложнений.

• третья группа: операции, отсрочка которых при условии применения антибиотиков не обязательно приведет к опасным осложнениям.

При благоприятной обстановке квалифицированная хирургическая помощь должна оказываться в полном объеме (выполняются операции всех трех групп). Сокращение объема квалифицированной хирургической помощи осуществляется за счет отказа от выполнения мероприятий третьей группы, а при крайне неблагоприятной обстановке – и за счет мероприятий 2-й группы.

Квалифицированная терапевтическая помощь имеет своей целью устранение тяжелых, угрожающих жизни последствий поражения (асфиксия,

судороги, коллапс, отек легких, острая почечная недостаточность), профилактику вероятных осложнений и борьбу с ними для обеспечения дальнейшей эвакуации пораженных.

Мероприятия квалифицированной терапевтической помощи по срочности ее оказания разделяются на две группы:

• мероприятия (неотложные) при состояниях, угрожающих жизни пораженного или сопровождающиеся резким психомоторным возбуждением, непереносимым кожным зудом при поражениях ипритом или грозящих тяжелой инвалидностью (поражение ОВ глаз и др.);

• мероприятия, выполнение которых может быть отсрочено.

При неблагоприятной обстановке объем квалифицированной терапевтической помощи может быть сокращен до проведения мероприятий 1-й группы.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ – комплекс лечебно-профилактических мероприятий, выполняемых врачами-специалистами в специализированных лечебных учреждениях (отделениях) с использованием специальной аппаратуры и оборудования с целью максимального восстановления утраченных функций органов и систем, лечение пострадавших до окончательного исхода, включая реабилитацию. Должна быть оказана по возможности в ранние сроки, но не позднее 3-х суток.

Для организации специализированной помощи необходимы факторы:

• наличие специалистов

• наличие оснащения

• наличие соответствующих условий (больницы загородной зоны) 70% всех пораженных будут нуждаться в мероприятиях специализированной медицинской помощи:

• с поражением головы, шеи, позвоночника, крупных сосудов

• торако-абдоминальная группа

• ожоговые пораженные

• пораженные с ОЛБ

• пораженные ОВ или СДЯВ

• инфекционные больные

• пораженные с отклонениями психики

• хронические соматические болезни в обострении.

При одномоментном возникновении массовых потерь среди населения при недостатке медицинских сил и средств, оказать своевременно всем пораженным помощь невозможно. Еще Н.И. Пирогов писал: "Тут сначала выделяются отчаянные и безнадежные случаи и тотчас переходят к раненым, подающим надежду на излечение, и на них сосредотачивают все внимание. Принципом медицинской сортировки служит выбор из двух зол "меньшего". В чрезвычайных ситуациях всегда имеет место несоответствие между потребностью в медицинской помощи и возможностью ее оказания.

Медицинская сортировка является одним из средств достижения своевременности в оказании медицинской помощи пострадавшим.

МЕДИЦИНСКАЯ СОРТИРОВКА – метод распределения пострадавших на группы по принципу нуждаемости в однородных лечебно-профилактических и эвакуационных мероприятиях в зависимости от медицинских показаний и конкретных условий обстановки. Она проводится, начиная с момента оказания

первой медицинской помощи на месте (в зоне) ЧС и в догоспитальный период за пределами зоны поражения, а также при поступлении пораженных в лечебно-профилактические учреждения для получения ими полного объема медицинской помощи и лечения до конечного исхода. Медицинская сортировка проводится на основе диагноза и прогноза. Она определяет объем и вид медицинской помощи. Медицинская сортировка является конкретным, непрерывным (категории экстренности могут быстро меняться), повторяющимся и преемственным процессом при оказании пострадавшим всех видов медицинской помощи. Проводится на основе диагноза и прогноза. Она определяет объем и вид медицинской помощи. В очаге поражения, на месте, где получена травма, выполняются простейшие элементы медицинской сортировки в интересах оказания 1-й мед. помощи. По мере прибытия в район бедствия медицинского персонала (бригад скорой медицинской помощи, врачебно-сестринских бригад, бригад экстренной медицинской помощи) сортировка продолжается, конкретизируется и углубляется. Конкретная группировка пораженных в процессе медицинской сортировки изменяется в зависимости от вида и объема оказываемой медицинской помощи. Объем же мед. помощи в свою очередь определяется не только медицинскими показаниями и квалификацией медицинского персонала, но, главным образом, условиями обстановки. В зависимости от задач, решаемых в процессе сортировки, принято выделять два вида мед. сортировки:

• внутрипунктовая: распределение пораженных по подразделениям данного этапа медицинской эвакуации (т.е. где, в какую очередь и в каком объеме будет оказываться помощь на данном этапе);

• эвакуационно-транспортная: распределение по эвакуационному назначению, средствам, способам и очередности дальнейшей эвакуации (т.е. в какую очередь, каким транспортом, в каком положении и куда).

В основе сортировки по-прежнему сохраняют свою действенность три основных пироговских сортировочных признака: 1. опасность для окружающих; 2. лечебный; 3. эвакуационный. Опасность для окружающих определяет степень нуждаемости пострадавших в санитарной или специальной обработке, изоляции. В зависимости от этого пострадавших распределяют на группы:

• нуждающиеся в специальной (санитарной) обработке (частичной или полной);

• подлежащие временной изоляции;

• не нуждающиеся в специальной (санитарной) обработке.

Лечебный признак – степень нуждаемости пострадавших в медицинской помощи, очередности и месте (лечебное подразделение) ее оказания.

По степени нуждаемости в медицинской помощи выделяют пораженных:

• нуждающихся в неотложной медицинской помощи;

• не нуждающихся в медицинской помощи на данном этапе (помощь может быть отсрочена);

• пораженных в терминальных состояниях, нуждающихся в симптоматической помощи, с травмой, несовместимой с жизнью.

Эвакуационный признак – необходимость, очередность эвакуации, вид транспорта и положение пострадавшего на транспорте, эвакуационное назначение. Исходя из этого признака пораженных распределяют *на группы*:

• подлежащие эвакуации в другие территориальные, региональные лечебные учреждения или центра страны с учетом эвакуационного предназначения, очередности, способа эвакуации (лежа или сидя), вида транспорта;

• подлежащие оставлению в данном лечебном учреждении (по тяжести состояния) временно или до окончательного исхода;

• подлежащие возвращению по месту жительства (расселения) населения для амбулаторно-поликлинического лечения или медицинского наблюдения.

Для успешного проведения медицинской сортировки необходимо создавать надлежащие условия на этапах медицинской эвакуации. Необходимо выделять необходимое количество медицинского состава, создавая из него сортировочные бригады, обеспеченные соответствующими приборами, аппаратами, средствами фиксации результатов сортировки и др. В состав сортировочных бригад следует направлять опытных врачей соответствующих специальностей, способных быстро оценить состояние пораженного, установить диагноз, определить прогноз и характер необходимой медицинской помощи.

Медицинский персонал любого уровня подготовки и профессиональной компетенции вначале должен осуществить выборочную сортировку: выявить пораженных, опасных для окружающих. Затем путем беглого обзора пораженных выявить наиболее нуждающихся в медицинской помощи (наличие наружного кровотечения, асфиксии, судорожного состояния, рожениц, детей и др.). Приоритет остается за нуждающимися в неотложной медицинской помощи. После выборочного метода сортировки сортировочная бригада переходит к последовательному осмотру пораженных. Бригада одновременно осматривает двух пораженных: у одного находится врач, медсестра и регистратор, а у 2-го – фельдшер (медсестра и регистратор). Врач, приняв сортировочное решение по1-му пораженному, переходит ко 2-му и получает о нем информацию от фельдшера. Приняв решение, переходит к 3-му пораженному, получая информацию от медсестры. Фельдшер в это время осматривает 4-го пораженного и т. д. Звено носильщиков реализует решение врача в соответствии с сортировочной маркой. При таком "конвеерном" методе работы одна сортировочная бригада может за час

рассортировать до 30-40 носилочных пораженных травматологического профиля или пораженных СДЯВ (с оказанием неотложной помощи).

В процессе сортировки всех пострадавших на основании оценки их общего состояния, характера повреждений и возникших осложнений с учетом прогноза делят на 5 сортировочных групп:

- I сортировочная группа: пострадавшие с крайне тяжелыми, несовместимыми с жизнью повреждениями, а также находящиеся в терминальном состоянии (агональном), которые нуждаются только в симптоматическом лечении. Прогноз неблагоприятен.

- II сортировочная группа: пострадавшие с тяжелыми повреждениями, сопровождающимися быстро нарастающими опасными для жизни расстройствами основных жизненно важных функций организма, для устранения которых необходимы срочные лечебно-профилактические мероприятия. Прогноз может быть благоприятен, если им своевременно будет оказана медицинская помощь. Больные этой группы нуждаются в помощи по неотложным жизненным показаниям.

- III сортировочная группа: пострадавшие с тяжелыми и средней тяжести повреждениями, не представляющими непосредственной угрозы для жизни, помощь которым оказывается во 2-ю очередь или она может быть отсрочена до их поступления на следующий этап медицинской эвакуации.

- IV сортировочная группа: пострадавшие с повреждениями средней тяжести с нерезко выраженными функциональными расстройствами или они отсутствуют.

- V сортировочная группа: пострадавшие с легкими повреждениями, нуждающиеся в амбулаторном лечении.

МЕДИЦИНСКАЯ ЭВАКУАЦИЯ – это система мероприятий по удалению из зоны катастрофы пораженных, нуждающихся в медицинской помощи, и лечении за ее пределами. Она начинается с организованного выноса, вывода и вывоза пострадавших из зоны катастрофы, где обеспечивается оказание им первой медицинской помощи и завершается с доставкой их в лечебные учреждения второго этапа медицинской эвакуации, обеспечивающего оказание полного объема медицинской помощи и окончательное лечение. Быстрая доставка пораженных на первый и конечные этапы медицинской эвакуации является одним из главных средств достижения своевременности в оказании медицинской помощи и объединении рассредоточенных на местности и во времени лечебно-эвакуационных мероприятий в одно целое. Конечная цель эвакуации – госпитализация пострадавшего соответствующего профиля в лечебно-профилактическое учреждение, где пострадавшему будет оказан полный объем медицинской помощи и окончательное лечение (эвакуация по назначению). Эвакуация осуществляется по принципу "на себя" (машины скорой медпомощи лечебно-профилактических учреждений, центров экстренной медицинской помощи и др.) и "от себя" (транспортом пострадавшего объекта, спасательными отрядами и др.). Общим правилом при транспортировке пораженных на носилках является несменяемость носилок, а их замена из обменного фонда. Загрузка транспорта по возможности однопрофильными по характеру (хирургический, терапевтический и др. профиль) и локализации поражения значительно облегчает эвакуацию не только по направлению, но и по назначению, сокращая до минимума межбольничные перевозки. При эвакуации пораженных в состоянии психического возбуждения принимаются меры, исключающие возможность их падения с транспорта (фиксация к носилкам лямками, введение седативных лекарственных средств, наблюдение за ними легкопораженных, а иногда – выделение сопровождающих). Эвакуация пораженных из очагов СДЯВ организуется в соответствии с общими принципами, хотя и имеет некоторые

особенности. Например, в основной массе тяжело пораженных СДЯВ потребуется лечение в непосредственной близости от зоны бедствия до их выведения из нетранспортабельного состояния с последующей эвакуацией в ближайшее ЛПУ 2-го этапа медицинской эвакуации, отдавая приоритет эвакотранспортной сортировке. Эвакуация больных из очагов особо опасных инфекционных заболеваний, как правило, не производится или резко ограничена. В случае необходимости ее осуществления должно быть обеспечено выполнение требований противоэпидемического режима с целью недопущения распространения инфекции на путях эвакуации:

• выделение специальных путей эвакуации;

• безостановочное движение через населенные пункты, по улицам городов;

• наличие средств дезинфекции в автотранспорте и сбора выделений у больных;

• сопровождение транспорта медперсоналом;

• организация санитарно-контрольных пунктов при выезде из очагов и др.

Тема 4

Основы фармакологии

Лекарственные формы

а) твердые: таблетки, драже, порошки, карамели, растворимые таблетки (капсулы);

б) жидкие: растворы, слизи, эмульсии, суспензии, настои и отвары, галеновы препараты – настойки и экстракты, микстуры, линименты, сиропы, масла, свечи;

в) мягкие лекарственные формы: мази, пасты, суппозитории;

г) лекарственные формы для инъекций: ампулы, флаконы;

д) лекарственные аэрозоли: для лечения ожогов, ингаляторы.

Пути введения лекарственных веществ:

а) энтеральные (через пищеварительный тракт);

б) парентеральные (минуя пищеварительный тракт).

Энтеральные пути введения:

а) внутрь,	б) сублингвально,	в) ректальный
(peros – «через рот»)	(sub – «под» lingua– «язык»)	(per rectum – через прямую кишку)

Парентеральные:

- подкожно (растворы водные, очень редко масленые), нельзя раздражающие (CaCl), действие начинается через 5-15 мин;

- внутримышечно (в верхний наружный квадрат ягодицы), всасываются чуть быстрее, чем при подкожном введении;

- внутривенно – сразу попадает в кровь. Вводят вводные растворы, (масленые нельзя! – могут быть эмболии).

- субарахноидальный – (sub – «под», arachnoidea – «паутинная оболочка мозга») – в основном используются антибиотики, вводят через оболочки мозга непосредственно в спинномозговую жидкость.

- ингаляционный – от латинского inhalation – «вдыхание» через стенки альвеол лекарственного вещества, быстро проникает в кровь.

Существуют и другие пути введения лекарственных препаратов: внутриартериальный, внутрикостный, введение в полости тела (в полость брюшины, в плевральную полость), интраназальный (капли в нос).

Зависимость действия лекарственных веществ от особенностей организма: возраст (дозировка детей и пожилых меньше, чем для взрослого);

масса тела (в инструкции указан расчет препарата на кг веса); индивидуальная чувствительность (связано с индивидуальными генетическими особенностями); зависимость действия лекарственных средств от состояния организма (например, жаропонижающее – ацетилсалициловая кислота действует только при высокой температуре). Патологическое состояние организма может изменять действие лекарств (усиливать – при заболевании печени, ослаблять – местноанестезирующие вещества в условиях воспаления тканей снижают свою активность).

Изменения действия лекарственных веществ при их повторных введениях.

Привыкание (антибиотики) – большие дозы лекарства или его смена.

При повторных введениях действие лекарственного вещества может усиливаться (лекарство не успевает выводиться из организма), происходит накопление лекарственного вещества в организме – материальная кумуляция (cumulare – «накапливать»).

При повторных приемах некоторых лекарств, вызывающих приятные ощущения, у больного возникает стремление к новым его приемам – возникает «лекарственная зависимость». Морфий – после его отмены наступает крайне тягостное состояние, сопровождающееся депрессией, нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы, пищеварительного тракта и т.д. Подобные расстройства, возникающие при отмене препарата, получили название «абсистенция».

Побочное и токсическое действие лекарственных веществ.

Аллергические реакции (Крапивница, отек Квинке, Шок).

Токсическое действие (на печень, почки, нарушение центральной нервной системы, пищеварительного тракта).

Тератогенное (teras – «урод», genesis – «рождение») действие (прием лекарств, особенно в первые 12 недель беременности) оказывают влияние на потомство.

Комбинированное действие лекарственных веществ.

При одновременном назначении двух лекарств возможно изменение их действия. Лекарственные вещества могут усиливать или ослаблять действие другого вещества. *Синергизм* – усиление действия веществ. *Антагонизм* – ослабление действия веществ. Антидот (см. в индивидуальной аптечке).

Частная фармакология

Лекарственные вещества, влияющие на нервную систему

Лекарственные вещества, влияющие на периферическую нервную систему (нервы и ганглии)

1. Вещества, угнетающие чувствительные нервные окончания или препятствующие их возбуждению:

а) Местноанестезирующие вещества – вещества, которые способны временно, обратимо блокировать чувственные рецепторы.

Виды анестезии: поверхностная (слизистых оболочек); проводниковая (применяется в зубоврачебной практике; в хирургии при вскрытии панариция); спинномозговая (вводят в спинномозговую жидкость на уровне поясничного отдела спинного мозга) – при кесаревом сечении; инфильтрационная анестезия – вводят в ткани, кожу, мышцы (200-500 мл и более) при операциях на внутренних органах.

Новокаин, дикаин (для поверхностной анестезии), *лидокаин*.

б) Вяжущие вещества (своеобразная защитная пленка).

Отвар коры дуба (при воспалении полости рта, для лечения ожога); *танин* (для лечения ожогов, пролежней, язв, полости рта, носа); *ксероформ* (входит в состав мази Вишневского).

в) Обволакивающие (обволакивающие слизистую оболочку) – слизь из крахмала, применяется в составе микстур для понижения раздражающих действий веществ.

г) Адсорбирующие вещества (*активированный уголь*) – понижает токсичные действия веществ при отравлении алкалоидами, при пищевом отравлении.

2. Вещества, возбуждающие чувствительные нервные окончания: раздражающие вещества, рвотные средства, слабительные средства, отхаркивающие средства и т. д.

Раздражающие вещества: *раствор аммиака* (нашатырный спирт), при большем количестве паров аммиака происходит резкое урежение сердечных сокращений, вызывает остановку дыхания; действие *ментола* в составе валидола, применяется при приступах стенокардии сублингвально. Раздражая рецепторы слизистой оболочки рта, ментол рефлекторно расширяет сосуды сердца. *Финалгон* – отвлекающее средство. *Пектусин* – противокашлевое средство.

Кураreподобные вызывают расслабление мышц, устраняют судороги (*дитилин*).

Вещества, влияющие на центральную нервную систему (головной и спинной мозг)

1. Средства для наркоза

2. Спирт этиловый

3. Снотворные средства

4. Противоэпилептические средства

5. Противопаркинсонические

6. Анальгетические

7. Аналептики

8. Психотропные средства:

а) нейролептики

б) транквилизаторы

в) седативные

г) соли лития

д) антидепрессанты

е) психостимулирующие

ж) ноотропные

1. Наркозус (narcosis) – «оцепенение», «оглушение» (был открыт в 1846 г).

а) средства для ингаляции наркоза (через дыхательные пути):

эфир для наркоза; *фторотан*; *азота закись*;

б) средства для неингаляционного наркоза:

кетамин; *метогекситал*; *пропофол*

2. Спирт этиловый – может быть отнесен к веществам наркотического типа. В его действии на центральную нервную систему различают три стадии: возбуждение, наркоз и агональную (понижение артериального давления, угнетение дыхательного и сосудодвигательного центров продолговатого мозга, понижение температуры тела). Оказывает противомикробное действие, *ацетальдегит* – токсическое вещество.

3. Снотворные средства: *фенобарбитал*, *реладорм*, *темазепам*, *триазолам*, *питразепам*.

4. Противоэпилептические средства (противосудорожные): *фено-барбитал*, *дифенин*, *тегретол*, *суксилеп*, *депакин.*

5. Противопаркинсонические: *леводопа*, *циклодол.*

6. Анальгетики: а) наркотические: *морфина гидрохлорид*, *промедол*, *омнопон*, *варолон*, *налоксон*; б) ненаркотические: ацетилсалициловая кислота (*аспирин*), *индометацин* (противоревматические), *бутадион* (ревматизм, травмы), *диклофенак* (воспаление суставов), *кетанов*, *торадол* (нарушение зрения, высокое давление).

7. Аналептики – возбуждают дыхательный и сосудо-двигательный центры продолговатого мозга. *Кофеин – бензоат натрия*, *кордиамин*, *бемегрид*, *этимизол*.

8. Психотропные вещества

а) нейролептики (антипсихотические) – *аминазин* (снижает психомоторное возбуждение), *тизерцин* (при страхе, тревоге), *стелазин* (алкогольный психоз, шизофрения), *галоперидол*, *дроперидол* (оказывает противошоковое, противорвотное действие);

б) транквилизаторы (ослабляют чувство страха, тревоги) – *ксанакс*, *транксен*, *феназепам*;

в) седативные (устраняют повышенную возбудимость, раздражи-тельность) применяются для лечения неврозов, спазмов желудочно-кишечного тракта: *беллоид*, *валокордин*, *валериана*, *ново-пассит*, *бромкамфора*;

г) соли лития: *лития карбонат*, *лития оксибутират* (при хроническом алкоголизме, предупреждают приступы маниакально-депрессионного психоза);

д) антидепрессанты – устраняют симптомы депрессии у нервно-психических и соматических больных при эмоциональной подавленности, тоске, при нарушении мышления – *амитриптилин*, *флуоксетин*, *амксид*, *тианептин*;

е) психостимуляторы (повышение умственной и физической работоспособности): *синдокарб*, *кофеин*, *бемитил*;

ж) ноотропные – улучшают функции мозга: *пирацетам*, *мемоплант*.

Вещества, влияющие на функции органов дыхания:

- стимуляторы дыхания (дыхание регулируется дыхательным центром, расположенным в продолговатом мозге). Аналептики (*кофеин, кордиамин*); н-холиномиметики – *цимитон* и *лобелин* (при отравлении угарным газом). *При отравлении наркотиками – применение аналептиков противопоказано!*

- противокашлевые – кашлевой центр в продолговатом мозге: *кодеин*, *либексин*, *тусупрекс*, *глауцин*;

- отхаркивающие (разжижающие мокроту) – *трава термопсиса*, *мукалтин*, *бромгексин*, *трипсин*;

- бронхолитические (расслабляют гладкие мышцы бронхов) – *изадрин*, *атропин*, *платифиллин*, *эуфиллин*, *эфедрин*;

- средства, применяемые при отеке легких (*преднизолон*, *фуросемид*, *строфантин*, *коргликон*).

Вещества, влияющие на сердечно-сосудистую систему

- сердечные гликозиды (нормализуют энергетический и электролитный обмен в сердечной мышце): *дигитоксин*, *кордигит*, *лантозид*, *строфантин К*, *коргликон*;

- антиаритмические (нормализуют ритм сердца): *финоптин*, *новокаинамид*, *аймалин*, *этацизин*, *лидокаин*; *анаприлин*;

- средства, применяемые при недостаточности коронарного кровообращения:

а) средства, применяемые при стенокардии: *валидол*, *нитроглицерин* (снижает артериальное давление), *тринитролонг*, *нитросорбид*, *нитро-мазь*;

б) средства, применяемые при инфаркте миокарда: наркотические анальгетики – *морфин*, *промедол*, *лидокаин* (противоаритмический), сердечные гликозиды (*строфантин*, *коргликон*), антикоагулянты (тормозящие свертывание крови), *гепарин* (для профилактики тромбообразования);

- гипотензивные (понижающие артериальное давление): *клофелин*, *папаверина гидрохлорид*, *дибазол*, *папазол*, *капотен*, *энап*, *адельфан;* диуретические (выводят излишки воды): *фуросемид* (лазикс), *верошпирон*, *гипотиазид*;

- препараты, повышающие артериальное давление: *строфантин*, *мезатон*, *ангиотензинамид* (при шоке), аналептики.

Средства, влияющие на функции органов пищеварения

- рвотные средства: *апоморфин*, *сульфат меди*, *сульфат цинка*;

- противорвотные: *диметпрамид*, *церукал*, *зофран* (при химической и лучевой терапии онкобольных);

- слабительные: а) действующие на протяжении всего организма: магния сульфат, натрия сульфат, масло касторовое (15-30 мл);

б) действующие на толстый кишечник – *фенолфталеин*, *изафенин*, препараты *сены*.

Диуретические (мочегонные средства) – при возникновении отеков при заболевании почек, сердечно-сосудистой недостаточности; при асците (в

брюшине), при плеврите: *гипотиазид*, *фуросемид*, *верошпирон* (см. в гипотензивных), *буфенокс*, *диакарб*, *амилорид*, *манит* (при отеке мозга).

Средства, влияющие на свертываемость крови: (гемостатические) – *викасол*, *фитоменадион*, *контрикал*, *хлорид кальция* (внутривенно).

Противоаллергические средства

- глюкокортикоиды – гормоны коры надпочечников (стимулируют синтез гликогена в печени и повышают содержание глюкозы в крови): *гидрокортизон*, *преднизолон*;

- антигистаминные препараты: *димедрол*, *супрастин*, *диазолин* (гистамин вызывает расширение капилляров кровеносных сосудов, в связи с чем понижается артериальное давление, и повышает их проницаемость, что ведет к возникновению отеков, вызывает выраженное спазматическое действие на гладкую мускулатуру, в частности, вызывает спазм бронхов);

- симптоматические противоаллергические средства – бронхолитики (*изадрин*, *эуфиллин*).

Антисептические средства

- галогены (*хлорная известь, хлорамин Б, раствор йода, йодоформ, раствор Люголя*);

- соединения ароматического ряда (*фенол чистый, ихтиол, карболовая кислота*. Фенол – для дезинфекций помещений, белья, инструментов. Местно очень токсичен. *Мазь Вишневского* (содержит деготь);

- соединения алифатического ряда: *раствор формальдегида* (формалин) – сильное противомикробное средство применяется для дезинфекции белья, посуды, инструментов. Используется для консервации анатомических препаратов, вакцин и сывороток, используется при повышенной потливости;

- красители – *бриллиантовый зеленый, метиленовый синий, риванол*. Метиленовый синий используется как антидот (внутривенно) при отравлениях цианидами, нитритами, сероводородом, окисью углерода;

- окислители: *калия перманганат* (марганцовка), *перекись водорода* (противомикробное и кровоостанавливающее средство);

- производные нитрофурана: *фурациллин* наружно для промывания ран, иногда внутрь при бактериальной дизентерии;

- кислоты и щелочи: *кислота борная* (для полоскания рта, промывания глаз, входит в состав мазей), *раствор аммиака* (для мытья рук перед медицинской операцией) и в качестве раздражающего средства;

- детергенты (detergere – «очищать») – очищают кожу и инструменты, предметы ухода за больными: различные *мыла*, *хлоргексидин*;

- соли тяжелых металлов: *протаргол* используется для лечения конъюнктивита, промывания гнойных ран мочевого пузыря, *цинка сульфат* при поражении слизистой оболочки глаз, при ларингите, для промывания мочеиспускательного канала; *ртути дихлорид* (сулема) для дезинфекции белья, очень токсичен, *нитрат серебра* (ляпис) для прижигания эрозий, кожных язв; *дерматол* и *ксероформ* относятся к соединениям висмута (входят в состав мазей и присыпок).

Отравления солями тяжелых металлов (ртуть)

Симптомы: металлический вкус и чувство жжения во рту, боли в животе, тошнота и рвота (нередко с примесью крови), усиление слюноотделения, в первые часы возможно развитие шока, судороги, низкое артериальное давление, в начале усиление мочеотделения, затем спад. Помощь: молоко, яичный белок, промывание желудка с активированным углем, магния сульфат, ввести антидот (унитиол и натрия сульфат), анальгетики, при низком артериальном давлении – эфедрин.

Химиотерапевтические антибактериальные средства

1. Антибиотики:

а) пенициллины

б) цефалоспорины

в) эритромицины

г) тетрациклины

д) левомицетины

е) аминогликозиды

ж) полимиксины

2. Синтетические противобактериальные:

а) сульфаниламидные

б) производные нитрофураны

в) производные 8-оксихинолины

г) кислота налидиксовая

3. Противотуберкулезные:

1. Антибиотики

- Пенициллины используют для лечения гнойных поражений различных тканей и органов (абсцессы, флегмоны, остеомиелит, раневые инфекции, гнойные плевриты и др.), сепсис, септический эндокардит, очаговый и крупозной пневмонии, бронхитов, ангин, дифтерии, сибирской язвы, менингита, сифилис, гонорея и др. заболеваний. *Бензилпенициллино-натриевая соль*, *калиевая соль* (только внутримышечно), *новокаиновая соль* (внутримышечно), бициллин (1, 3, 5). Синтетический пенициллин: *оксациллин*, *ампициллин*.

- Цефалоспорины применяют при инфекции дыхательных путей, инфекции мочевыводящих путей, инфекции кожи и мягких тканей, гонорея – *цефалексин*, *цефалотин*, цефазолин.

- *Эритромицин* и *олеандомицин* применяют при гнойно-септических инфекциях (сепсис, абсцессы, остеомиелит, рожистое воспаление, ангины, гнойное воспаление среднего уха, носа, моче- и желчевыводящих путей, менингите, гонорее, дифтерии, бруцеллезе), при заболеваниях, вызванных хламидиями. Побочный эффект – аллергические реакции, диспептические расстройства.

- Тетрациклины = тетрациклины короткого действия (6-8 ч.) – тетрациклин и окситетрациклин; тетрациклины длительного действия (12-24 ч.) – *метациклин* (рондомицин) и *доксициклин*; *олететрин*.

Тетрациклины применяют: сыпной тиф, бруцеллез, при заболеваниях, вызванных кишечной палочкой (перитониты, холециститы), дизентерийной палочкой (дизентерия), при пневмонии, менингите, гонорее, при сифилисе, тифе, при гнойно-септических заболеваниях, для лечения хламидиоза.

- Левомицетин (применяют по тем же показаниям, но при брюшном тифе, пищевых токсикоинфекциях *левомицетин* более эффективен (влияет на кроветворение). Противопоказан беременным и новорожденным, нельзя применять с сульфаниламидами, бутадионом.

- Аминогликозиды – *стрептомицин*, *неомицин*, *мономицин*: инфекции желудочно-кишечного тракта, инфицированные раны, абсцессы, фурункулы, ожоги, флегмоны. Неомицин очень токсичен.

- Полимиксины – в основном, для наружного применения. *Полимексин М* – высокотоксичен применяется при абсцессах, гнойных ранах. Внутрь при

дизентерии, энтеритах, токсикоинфекциях. Имеются побочные эффекты, связанные с прямым воздействием на организм.

2. Синтетические противобактериальные средства

А. Сульфаниламиды

Таблица 1. Классификация сульфаниламидов

Хорошо всасываются из пищеварительного тракта			Плохо всасываются из пищеварительного тракта
Короткого действия до 8 час.	Средней длительности (8-16 ч.)	Длительного действия (24-48 ч.)	
Стрептоцид (ангина, цистит, колит, раневая инфекция) Норсульфазол (сепсис, дизентерия, пневмония, менингит, гонорея) Этазол пневмония, инфекции мочевыделительной системы, перитонит	*Сульфазин* (пневмония, менингит, сепсис)	*Сульфадиметоксин* *Сульфаперидазин* ОРЗ, отит, дизентерия, раневая инфекция, воспалительное поражение центральной нервной системы Сульфамометаксин (гн. инфаркт, энтероколиты)	*Фталазол* *Сульгин* *Фтазин* Фталазол для лечения бактериальной дизентерии, гастроэнтеритов, пищевых токсико-инфекций

Побочные эффекты сульфаниламидов: нарушение функции почек

Б. Производные нитрофурана: *фуразолидон*, *фурациллин*, *фурадонин*. Фуразолидон – против лямблий, трихомонад, против кишечной палочки, дизентерии.

В. Производные 8-оксихинолина: *хиниофон* (дизентерия, язвенный колит, кишечные инфекции; *нитроксолин* (5-НОК) – заболевание мочевыводящих путей (пиелонефрит, цистит, простатит).

Г. Кислота налидиксовая: *невиграмон* – применяется для лечения заболеваний мочевыводящих путей.

3. Противотуберкулезные средства: *канамицин*, *рифампицин*, *изониазид*, *фтивазид*, *этамбутол*.

Тема 5

Кровотечения.

КРОВОТЕЧЕНИЯ – наступают в результате нарушения целости сосуда при травмах, гнойном расплавлении, повышении артериального, атмосферного давления. Изменения витаминного баланса в организме, действие токсинов могут также приводить к проницаемости сосудов. Ряд заболеваний вызывает кровотечение в связи с изменением химического состава крови: гемофилия, желтуха, скарлатина, сепсис, цинга и др. Кровотечение может быть внутренним – в ту или иную полость тела (плевральную, брюшную и т.д.); в ткани (гематома); скрытым – при отсутствии выраженных внешних проявлений определяется специальными методами исследования. Кровоизлиянием называется диффузное пропитывание кровью какой-либо ткани (подкожной клетчатки, мозговой ткани и т.д.).

С учетом времени выделяют: а) первичные кровотечения, начинающиеся сразу после повреждения, травмы; б) ранние вторичные кровотечения, возникающие в первые часы и сутки после ранения (до развития инфекции в ране). Чаще бывают от выталкивания тромба током крови при повышении внутрисосудистого давления или при снятии спазма сосуда; в) поздние вторичные кровотечения, которые могут начаться в любой момент после развития инфекции в ране. Связаны с гнойным расплавлением тромба в поврежденном сосуде или его стенки и представляют опасность: необходимо тщательно наблюдать за больным с поврежденными крупными сосудами, всегда иметь наготове жгуты у его постели!

По тяжести и возникшей кровопотере (острой анемии) выделяют четыре степени кровопотери. 1 степень – общее состояние больного удовлетворительное, пульс несколько учащен, достаточного наполнения, артериальное давление (АД) нормальное, содержание гемоглобина – выше 8 гр %, дефицит объема циркулирующей крови (ОЦК) – не более 5 %. II степень – состояние средней тяжести, пульс - частый, АД снижено до 80 мм рт. ст., содержание гемоглобина – до 8 гр %, дефицит ОЦК достигает 15 %. III степень – состояние тяжелое, пульс нитевидный, АД – до 60 мм рт. ст., содержание гемоглобина – до 5 гр %, дефицит ОЦК – 30%. IV степень – состояние граничит с агональным, пульс и АД не определяются, содержание гемоглобина менее 5 гр %, дефицит ОЦК превышает 30 %.

Симптомы и течение

Артериальное кровотечение.

Кровь выбрасывается струей, часто толчкообразно (пульсирует), цвет ее ярко-красный. Артериальное наружное кровотечение наиболее значительное и быстро приводит к острому малокровию: нарастающая бледность, частый и малый пульс, прогрессирующее снижение артериального давления, головокружение, потемнение в глазах, тошнота, рвота, обморок. Такое обескровливание мозга

вызывает смерть из-за кислородного голодания, нарушения функций мозга и сердечно-сосудистой системы.

Венозное кровотечение.

Кровь имеет темную окраску, льется непрерывно и равномерно. При наружном венозном кровотечении характерно медленное вытекание крови. При ранении крупных вен с повышенным внутривенозным давлением, чаще вследствие затруднения оттока, кровь может вытекать струей, но она обычно не пульсирует. В редких случаях возможна легкая пульсация, обусловленная передачей пульсовой волны с артерии, проходящей рядом с поврежденной веной. Ранение крупных вен опасно развитием воздушной эмболии мозговых сосудов или сосудов сердца: в момент вдоха в этих венах возникает отрицательное давление.

Капиллярное кровотечение.

Отдельных кровоточащих сосудов не видно, кровь сочится, как из губки. По окраске стоит на грани между артериальной и венозной. Капиллярное кровотечение быстро останавливается самостоятельно и имеет значение лишь при пониженной свертываемости крови (гемофилия, заболевания печени, сепсис).

Паренхиматозное кровотечение.

Особенно опасно, его остановить бывает очень трудно. Кровоточит вся раневая поверхность вследствие обилия кровеносных сосудов во внутренних органах. Кровотечение при смешанном ранении мелких артерий, вен, капилляров внутренних паренхиматозных органов (печени, селезенки, легких, почек) может быть очень обильным и продолжительным.

Общие симптомы:

Одинаковы для всех видов кровотечения, в том числе и для внутренних. Проявляются при значительных кровопотерях острой анемией.

Местные признаки различны.

При *кровотечении в полость черепа* развиваются симптомы сдавления мозга. *Кровотечение в плевральную полость* (гемоторакс) сопровождается сдавлением легкого пораженной стороны, что вызывает одышку; отмечается также ограничение дыхательных экскурсий грудной клетки, ослабление дрожания и дыхательных шумов на стороне скопления крови. Диагностическая пункция грудной клетки обнаруживает наличие крови в плевральной полости. Накопление *крови в брюшной полости* (гемоперитонеум): происходит при подкожных разрывах паренхиматозных органов (селезенка, печень и др.), разрыве трубы при трубной беременности, ранениях органов брюшной полости и др. и проявляется симптомами раздражения брюшины (боли, напряжение мышц живота, тошнота, рвота и др. При *кровотечении в полость перикарда* (гемоперикардиум): нарастают явления тампонады сердца (падение сердечной деятельности, цианоз, повышение венозного давления и др.). *Внутрисуставное кровотечение* дает:

увеличение объема сустава, резкую болезненность при движениях и пальпации, ограничение подвижности, симптом флюктуации, определяемый в суставах, не покрытых мышцами. Для *кровоизлияния в коленный сустав* характерно баллотирование надколенника. Диагноз подтверждается пункцией полости сустава и получением при ней крови. Симптоматика *внутритканевой гематомы* зависит от ее локализации, размера, состояния излившейся в ткани крови (жидкая, сгустки). Обычно отмечается нарастающая припухлость, исчезновение пульса на сосудах, периферичнее гематомы, цианоз или резкая бледность кожи, которая становится холодной, т.е. явления ишемии. Больные жалуются на сильные боли. При ощупывании наблюдается симптом зыбления, если кровь в гематоме жидкая, и пульсация припухлости, если ее полость сообщается с просветом крупной

артерии. Чаще внутритканевые гематомы бывают при повреждении магистральных сосудов конечностей. Образовавшаяся гематома сдавливает вены и неповрежденные артериальные стволы, что иногда ведет к развитию ишемической гангрены конечности, если своевременно не будет оказана хирургическая помощь.

Распознавание.

При небольших кровотечениях (внутренних или скрытых) прибегают к пункции (сустава, плевральной полости, перикарда). Большую помощь в диагностике оказывают эндоскопический и рентгенологический осмотры. Широкое распространение получили: бронхоскопия, торакоскопия, эзофагоскопия, гастроскопия, дуоденоскопия, ректороманоскопия, колоноскопия, лапароскопия, цистоскопия.

Для исследования внутренних кровотечений может быть использован радиоизотопный метод. Радионуклид вводится внутривенно и в норме накапливается в печени, где поглощается ретикулоэндотелиальными клетками и из кровяного русла исчезает через 15-20 минут. В патологии он вместе с изливающейся кровью обнаруживается в тканях или в полости.

При скрытых кровотечениях в желудочно-кишечный тракт применяется бензидиновая проба.

Исходы кровотечений:

Кровотечение, приводящее к быстрому снижению максимального артериального давления до 80 мм рт. ст. или падению процента гемоглобина на 1/3 от исходных величин, чрезвычайно опасно, так как может развиться обескровливание мозга. Во время медленной, в течение нескольких недель, кровопотере организм приспосабливается к хроническому малокровию и может существовать длительное время с очень низким содержанием гемоглобина.

Излившаяся в замкнутую полость кровь может сдавить мозг, сердце, легкое и др., нарушить их деятельность и создать прямую угрозу для жизни. Кровоизлияния, сжимая сосуды, питающие ткани, иногда приводят к омертвению конечности.

Кровь, циркулирующая в сосуде, является в значительной мере бактерицидной, в то время как излившаяся в ткани и полости она становится хорошей питательной средой для микробов. Поэтому при внутренних или внутритканевых скоплениях крови всегда существует вероятность инфекции. Так, развитие гноеродной микрофлоры при гемотораксе вызывает гнойный плеврит, при гемартрозе – гнойный артрит.

Без медицинской помощи кровотечение может закончиться самопроизвольной остановкой или обескровливанием и смертью от анемии мозга и нарушения сердечно-сосудистой деятельности.

Самопроизвольная остановка кровотечения.

Происходит в результате спазма кровеносного сосуда и образования тромба в его просвете, чему способствует понижение артериального давления при кровотечении. Если затем в полости (плевральная, брюшная и др.) не разовьется гнойная инфекция, то кровь подвергается разрушению и всасыванию. При внутритканевой гематоме на конечностях в результате закрытия поврежденного сосуда тромбом кровообращение обычно восстанавливается через коллатеральные сосуды, а гематома может постепенно рассосаться. Из-за реактивного воспаления вокруг скопления крови нередко образуется соединительнотканная капсула, т.е. появляется кровяная киста. Обычно вокруг нее возникают рубцы и спайки, а в самой капсуле откладываются соли кальция.

Механизмы компенсации кровопотери: для исходов кровотечения большое значение имеют величина и быстрота кровопотери, возраст больного, общее состояние организма и сердечно-сосудистой системы.

Для поддержания необходимого уровня кровоснабжения жизненно важных органов в организме развивается сложный механизм адаптации, включающий в себя: 1) спазм сосудов; 2) учащение сердечной деятельности и дыхания; 3) увеличение объема циркулирующей крови за счет привлечения ее из депо и тканевой жидкости.

Профузное (массивное) артериальное кровотечение приводит к острой анемии настолько быстро, что механизмы компенсации кровопотери не успевают развиться. И даже нерезко выраженное обескровливание является причиной смерти больного. Основная работа по восстановлению кровопотери падает на сердечно-сосудистую систему. Поэтому в пожилом возрасте, когда сердце и сосуды уже не обладают достаточными резервами, наблюдается худшие исходы. Склероз, органические пороки и функциональные нарушения сердечной деятельности являются весьма неблагоприятными моментами. Плохо переносят кровопотерю дети раннего возраста, так как у них еще не успели сформироваться все механизмы компенсации. Большую роль играют биохимические свойства крови, в частности, состояние свертывающей системы. При ее нарушении, например, улиц, страдающих гемофилией, даже небольшое ранение может привести к острой анемии и смерти пострадавшего.

Методы временной остановки кровотечений: приподнять конечность, максимально согнуть в суставе и сдавить проходящие в данной области сосуды (пальцевое прижатие, давящая повязка, наложение жгута, а также зажимов на кровоточащий сосуд в ране). Существующие методы имеют положительные и отрицательные стороны и используются изолированно или в комбинации (например, давящая повязка и приподнятое положение конечности). Любое ранение конечности без ясных признаков повреждения крупной артерии служит показанием к наложению давящей повязки. Недостаток ее в том, что она не обеспечивает остановку кровотечения из крупных артерий и, сдавливая ткани,

приводит к нарушению кровообращения в периферических отделах конечностей. Высоко поднимая конечность, можно остановить кровотечение при повреждении вен. Этот метод чаще применяют в комбинации с давящей повязкой.

Прижатие артерии.

Применяется для временной остановки артериального кровотечения на конечностях, шее, голове. Прижатие производится выше кровоточащего места, там, где нет больших мышечных масс, где артерия лежит не очень глубоко и может быть придавлена к кости. Прижатие производится в определенных точках. Наиболее важные из них: паховый сгиб – для артерии бедра, подколенная область – для артерии голени, локтевой сустав – для плечевой артерии в локтевом сгибе, подмышечная область и внутренняя поверхность двуглавой мышцы – для артерии руки; на шее у внутреннего края грудино-ключичной мышцы, близ ее середины – для сонной артерии, прижав ее пальцем к поперечному отростку VI шейного позвонка. Подключичную артерию сдавливают, прижимая ее к 1 ребру в точке, располагающейся над ключицей, тотчас кнаружи от места прикрепления грудино-ключичнососцевидной мышцы к рукоятке грудины. Подкрыльцовую (подмышечную) артерию можно сдавить, прижав ее к головке плечевой кости в подмышечной впадине. Плечевую артерию прижимают к внутренней поверхности плечевой кости у внутренного края двуглавой мышцы. Бедренную артерию легче всего сдавить, прижав ее к горизонтальной ветви лобковой кости в точке, раполагающейся тотчас ниже пупартовой связки (в паховой области) на середине расстояния между передней верхней подвздошной осью и симфизом (междулонными костями).

Сдавлением сосуда пальцем.

Иногда удается временно остановить кровотечение и доставить пострадавшего в хирургическое отделение. Нередко при прижатии сосуда пальцем

сдавливаются и располагающиеся рядом крупные нервные стволы, что вызывает сильные боли. Длительная остановка кровотечения этим методом невозможна.

Наложение жгута.

Круговое перетягивание мягких тканей конечности вместе с кровеносными сосудами осуществляется жгутом. Существуют различные модификации (жгут с пелотом, эластический и др.). Жгут Эсмарха представляет собой крепкую резиновую трубку длиной до 1,5 м, на одном конце которой укреплена металлическая цепочка, а на другом - крючок. Резиновый бинт меньше травмирует ткани, чем резиновая трубка.

Поднятую вверх конечность окружают сильно растянутым жгутом 2-3 раза выше места повреждения, после чего завязывают его или закрепляют крючком к цепочке. Чтобы не ущемить кожу, под жгут подкладывают полотенце. При правильном наложении жгута артериальное кровотечение тотчас останавливается, пульс исчезает и конечность бледнеет (восковидный вид). Излишне тугое перетягивание может вызвать паралич и омертвение конечности. Слабо наложенный жгут сдавливает только вены, что ведет к застою крови в конечности и усилению кровотечения. При ранении только вен обычно не требуется наложения жгута, так как кровотечение можно остановить, наложив давящую повязку, подняв конечность и улучшив отток.

Недостатки наложения жгута: 1. Сдавление не только артерий, но и нервных стволов, что может привести к парезу. 2. Прекращение кровообращения в тканях снижает их сопротивляемость инфекции и создает благоприятную почву для развития анаэробной гангрены. 3. Нельзя оставлять жгут на конечности более 2 часов ввиду опасности омертвения. Поэтому сопровождающему больного должно быть сообщено время наложения жгута.

Для уменьшения неблагоприятного действия рекомендуется через один час распустить жгут на несколько минут (если кровотечение не возобновится) и затем снова его затянуть. Это улучшает питание тканей и повышает их сопротивляемость, что особенно важно при транспортировке пострадавших в холодное время года (особенно зимой).

Не рекомендуется накладывать жгут на конечности с острой хирургической инфекцией, или при поражении сосудов (артериосклероз, тромбофлебит и др.), так как это может способствовать распространению процесса или развитию эмболии.

Помимо артериального жгута, иногда накладывают так называемый венозный жгут при кровотечениях из крупных подкожных вен. Он накладывается ниже места повреждения сосуда с силой, вызывающей сдавление только поверхностных вен, и на срок до 6 часов.

Используют такой жгут и для других целей (депонирование крови в конечностях при кровопускании и др.)

Закрутка (перетяжка).

При отсутствии специализированного жгута можно применять подручный материал, например, платок. Его завязывают сначала совершенно свободно, затем в петлю вставляют какую-нибудь палку или дощечку и закручивают платок до необходимой степени.

Методы окончательной остановки кровотечения делятся на четыре группы: 1) механические, 2) термические, 3) химические и 4) биологические. При обширных ранениях и сильных кровотечениях может потребоваться одновременно или последовательно применить несколько методов в различных комбинациях. Наряду с этим принимают меры по борьбе с острой анемией (переливание крови или кровозамещающих растворов, внутривенное введение растворов глюкозы, изотонического раствора хлорида натрия и др.). Нередко для

остановки внутренних кровотечений прибегают к операции (чревосечение, торакотомия, трепанация черепа и др.).

Тема 6

Десмургия

Десмургия (греч. desmos – «связь», повязка «ergon» – «дело») — учение о повязках, их правильном применении и наложении при различных повреждениях и заболеваниях.

Цель наложения повязок – удерживать перевязочный материал по поверхности тела (укрепляющие повязки), если нужно с давлением на подлежащие ткани (давящие повязки); иммобилизировать какую-нибудь часть тела (неподвижные повязки) или создавать возможность тяги за конечность, голову и т. д. (вытягивающие повязки). Особый вид повязок – повязки с пленкообразующими веществами.

Термином “повязка” обозначают также ту или иную заготовку из перевязочного материала с лекарственными веществами или без них, накладываемую на рану или на какой-нибудь участок тела с лечебной или профилактической целью.

Процесс наложения повязки называется *перевязкой*.

Основные правила обработки раны и наложения повязки

Первая и доврачебная помощь при ранении включает обработку раны и наложения асептической повязки. Асептика – это мера, препятствующая проникновению микробов в рану. Правильно наложенная на рану повязка является одной из таких мер.

Перед наложением асептической повязки следует остановить кровотечение. После этого удаляют грязь с кожи, лучше всего это сделать салфеткой, смоченной водой или перекисью водорода. Кожу вокруг раны обрабатывают антисептическим раствором – йодинолом, йодонатом, хлоргексидином. Следует

удалить свободно лежащие на ране инородные тела (осколки стёкол, обрывки одежды, щепки) пинцетом.

Нельзя промывать рану, вытирать её, засыпать порошком, накладывать мази и вату на рану, погружать выпавшие внутренние органы, вправлять костные отломки! При выступающих из раны инородных телах (кости, внутренние органы, осколки ранящего снаряда или предмета), перед тем как накладывать асептическую повязку, следует обложить рану ватно-марлевым валиком, чтобы при транспортировке или при бинтовании инородные тела не проникли глубже в рану. После этих мер на рану накладывают сухую стерильную марлевую салфетку и производят бинтование.

Если ранена конечность, то после наложения бинта лучше произвести иммобилизацию конечности способами, описанными ниже. Необходимым мероприятием при ранении является обезболивание: 2 таблетки анальгина по 0,5 г, введение внутримышечно 1%-ного раствора промедола, 50%-ного раствора анальгина. Такое обезболивание проводят при любых ранениях, кроме ранений брюшных полостей без явных признаков проникающего ранения.

При бинтовании следует придерживаться следующих правил:

- Уложить пациента (в некоторых случаях нетяжёлого ранения – усадить).

- Расположиться лицом к пострадавшему, чтобы наблюдать за его реакцией и изменениями в состоянии.

- Бинтовать следует от периферии к центру, снизу вверх и слева направо, против часовой стрелки, за исключением наложения нескольких видов повязок: Дезо на левую руку, повязка на левый глаз, на правую молочную железу.

- Первый тур бинтования всегда закрепляющий, каждый последующий тур должен прикрывать предыдущий на две трети.

- Бинтовать следует двумя руками, при этом правой рукой вы разматываете бинт, раскатывая его по бинтуемой поверхности, а левой расправляете его ходы.

- Бинтуемой области тела следует придать такое положение, в котором она останется после бинтования, туры бинтования надо накладывать равномерно, без давления и перегибов.

Мягкие повязки

Мягкие повязки очень разнообразны. В зависимости от вида перевязочного материала и способа фиксации его к телу различают клеевые, косыночные, пращевидные, контурные, бинтовые и сетчато-трубчатые повязки.

Клеевые повязки. Накладывают для защиты раны (чаще послеоперационной) от воздействия внешней среды. При этих повязках перевязочный материал фиксируют к коже вокруг раны при помощи различных клеев – клеола, коллодия, лейкопластыря. Их иногда называют наклейкой (рис. 1)

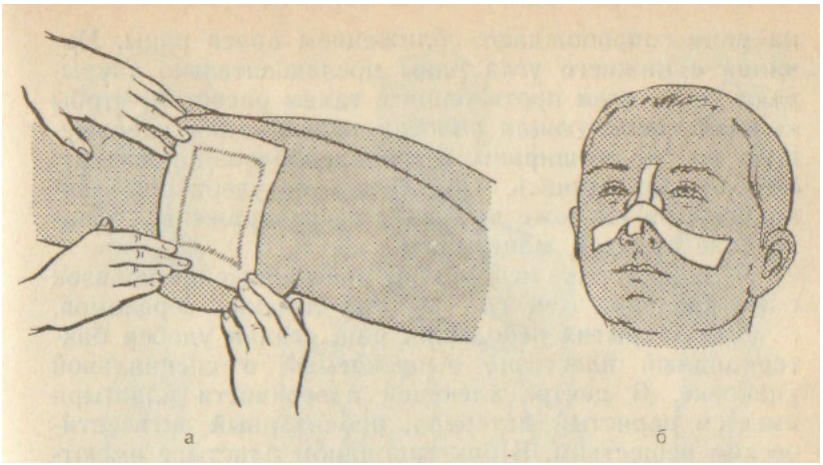


Рис. 1 Клеевые повязки: а) клеоловая наклейка;
б) лейкопластырная наклейка

Техника наложения клеоловой повязки. Рану закрывают несколькими слоями марли. Вокруг перевязочного материала на кожу неширокой полосой наносят слой клеола. Марлевую салфетку размером, несколько большим, чем площадь перевязочного материала, в натянутом состоянии прикладывают к

нанесенному слою клеола и удерживают так некоторое время. Салфетка прочно приклеивается к коже и надежно фиксирует перевязочный материал.

После снятия наклейки клеол с кожи легко удаляют тампоном, смоченным эфиром.

Техника наложения коллодиевой повязки. Коллодий (летучая жидкость, состоящая из смеси эфира, спирта и нитроцеллюлозы) тупфером наносят поверх натянутой фиксирующей салфетки, которую удерживают до тех пор, пока она прочно не приклеится к коже. Коллодий при высыхании несколько стягивает кожу, вызывая у больного неприятные ощущения. Снимается коллодиевая повязка с помощью эфира.

Техника наложения лейкопластырной повязки. Надежно фиксировать перевязочный материал можно с помощью лейкопластыря, который представляет собой полоску ткани, с одной стороны покрытую специальным клеем. Лейкопластырь выпускают в виде катушек. Клеевая сторона лейкопластыря стерильна и может накладываться непосредственно на рану. Полоски лейкопластыря накладывают поверх перевязочного материала и приклеивают с обеих сторон к коже. Лейкопластырные повязки удобны в случаях, когда необходимо сблизить края раны.

Проникающие ранения грудной клетки при оказании первой помощи должны быть закрыты окклюзионной повязкой. Лейкопластырь очень удобен для этих целей. Полоски лейкопластыря должны быть значительно длиннее раны. Накладывание каждой полоски на рану сопровождают сближением краев раны. Начиная с нижнего угла раны последовательно закрывают ее на всем протяжении с таким расчетом, чтобы каждая последующая полоска перекрывала предыдущую на $^1/_3$ ее ширины (черепицеобразная повязка). Необходимо помнить, что длительное удержание лейкопластыря на коже вызывает ее раздражение, образование пузырей, мацерацию.

Лейкопластырь используют при наложении повязок с вытяжением при лечении переломов.

Для закрытия небольших ран, ссадин удобен бактерицидный пластырь, выпускаемый в специальной упаковке. В центре клеющей поверхности пластыря имеется пористый материал, пропитанный антисептическим веществом. В бактерицидном пластыре имеются мельчайшие поры, что предупреждает мацерацию кожи и не нарушает процесс заживления.

Косыночные повязки. Данный вид повязок накладывают с помощью куска ткани, вырезанного или сложенного в виде прямоугольного треугольника – косынки. Закрепление косыночной повязки осуществляется путем связывания углов косынки между собой или фиксацией их английской булавкой (рис. 2).

Выпускаемая промышленностью стандартная косынка для оказания первой помощи имеет размер 135х100х100 см, будучи прессованной в виде кубика размером 5х3х3 см.

Косынка (или несколько косынок) позволяет наложить надежную повязку на любую область тела.

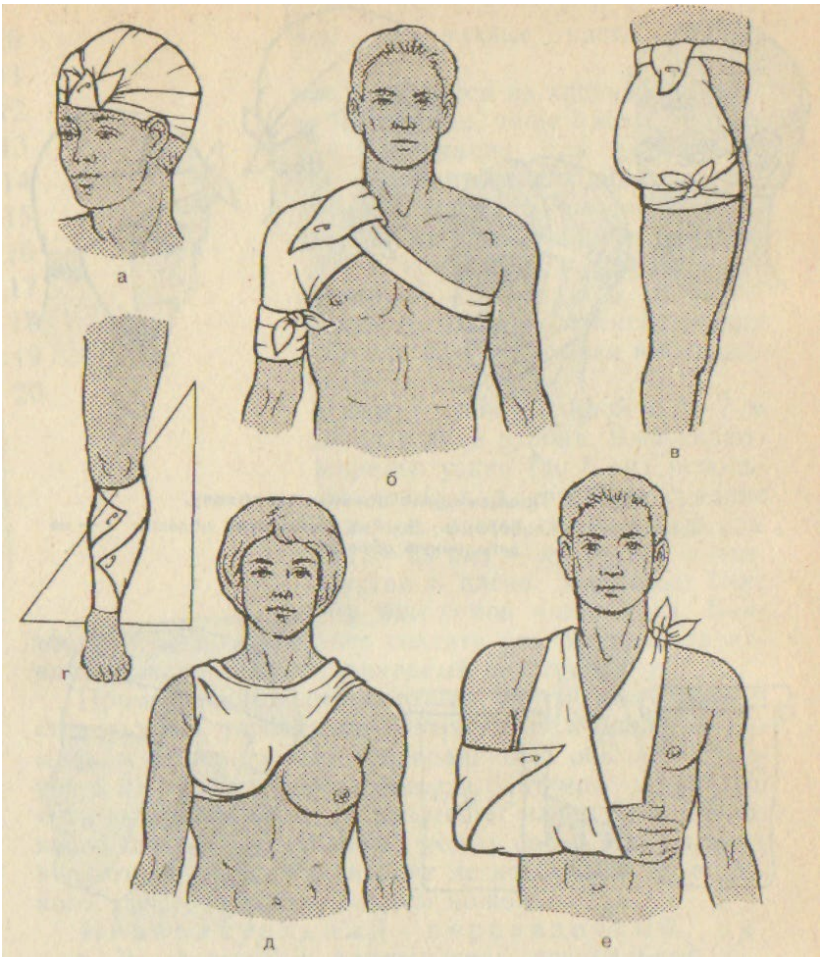


Рис. 2. Косыночные повязки: а) на голову; б) на плечо и плечевой сустав (из двух косынок); в) на ягодицу и область тазобедренного сустава (из двух косынок); г) на голень; д) на молочную железу; е) для фиксации верхней конечности

Наиболее часто косыночная повязка используется для подвешивания руки. Предплечье укладывают на середину косынки так, чтобы кисть находилась у самого края косынки (основания). Один конец косынки, находящийся сзади предплечья, проводят поверх здорового плеча, второй – поверх больного плеча, и связывают их между собой так, чтобы заключенное в косынку предплечье было согнуто под прямым углом. Третий конец с некоторым натяжением обводят вокруг плеча и фиксируют его булавкой с передней частью косынки.

Пращевидные повязки. Для наложения пращевидной повязки необходимы широкий бинт или полоска хлопчатобумажной ткани длиной 75-80 см. Полоску с обеих концов разрезают продольно так, чтобы центральная ее часть осталась неразрезанной на длину, необходимую для закрытия зоны повреждения. Неразрезанную часть накладывают в поперечном направлении на нужную область, надрезанные концы перекрещивают и связывают нижние с нижними, а верхние с верхними концами. Наиболее часто пращевидные повязки накладывают на разные части головы (рис. 3).

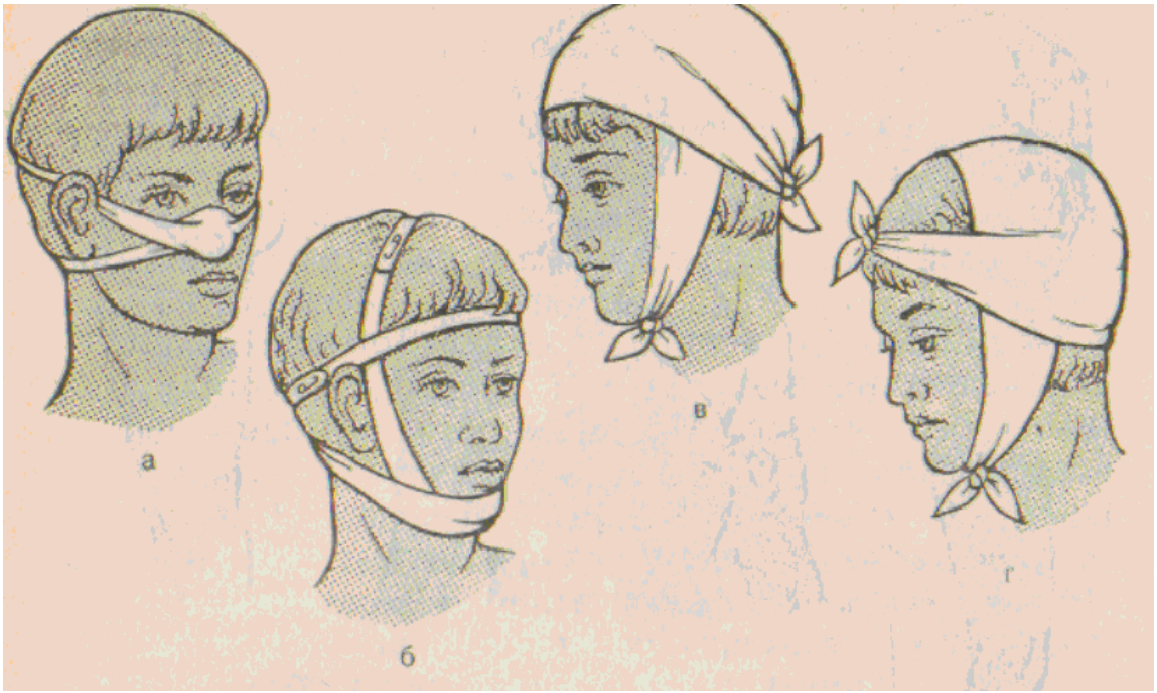


Рис. 3. Пращевидные повязки на голову: а) нос; б) на подбородок; в) на теменную область; г) на затылочную область

Контурные повязки. Создаются из хлопчатобумажной ткани по контуру части тела, чаще имеют определенное назначение (поддержание или укрепление части тела), но могут применяться для обычных целей, когда нет специального перевязочного материала. Закрепляют контурные повязки с помощью пришивных

тесемок (рис. 4). К контурным повязкам относят бандаж и суспензорий – матерчатые повязки, сшитые по размеру больного. Бандаж применяют для укрепления брюшной стенки или прикрытия имеющихся в ней дефектов (грыж).

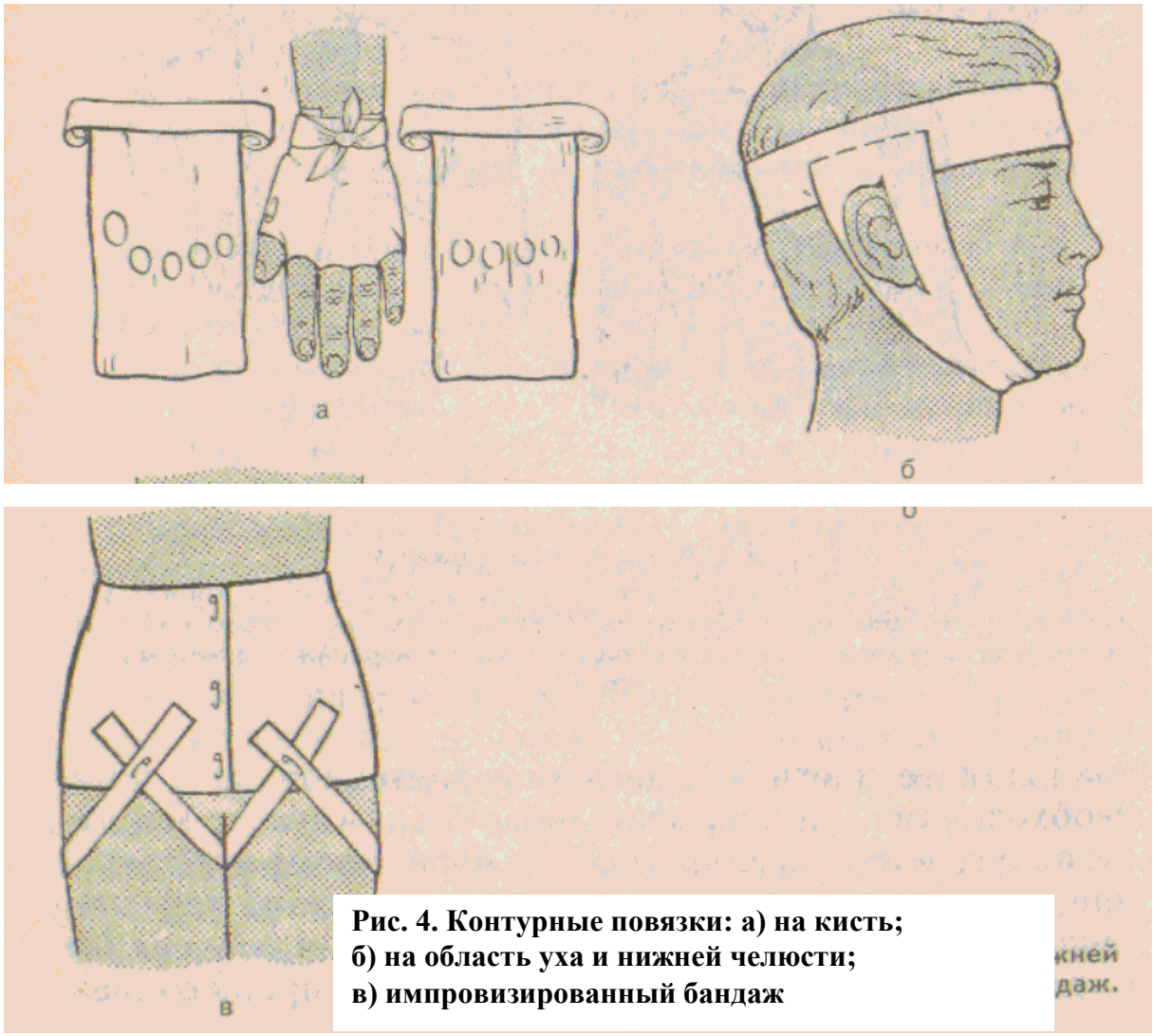


Рис. 4. Контурные повязки: а) на кисть; б) на область уха и нижней челюсти; в) импровизированный бандаж

Бинтовые повязки. Бинт – узкая длиной в 5-7 м полоска марли, скатанная в виде рулона. Выпускаются бинты различной ширины:

узкие (до 5 см) используются для наложения повязок на пальцы; средние (7-10 см) – на предплечье, кисть, голову, шею, голень, стопу;

широкие (15-20 см) – на грудь, живот, бедро, таз, плечевой сустав и плечо.

Марлевый бинт легко принимает форму бинтуемой части тела. Бинтовая повязка позволяет создать равномерное давление на ткани и функциональный покой органу.

Промышленные стандартные бинты выпускаются стерильными, герметично завернутыми в вощеную бумагу, и не стерильными, упакованными обычной бумагой в пачки. При необходимости бинт можно приготовить из куска марли: ее разрезают на полоски одинаковой ширины, их сшивают между собой и скатывают в плотный валик. Узкий бинт легко сделать из широкого, разрезав скатку острым ножом.

Индивидуальный перевязочный пакет. Это готовый к употреблению специальный стерильный перевязочный материал, которым можно закрыть рану практически в любых условиях. Перевязочный пакет состоит из скатки бинта, к свободному концу которого пришита ватно-марлевая подушечка (компресс). Второй компресс нанизан на бинт и свободно перемещается по нему в любую сторону. Компрессы пропитаны каким-либо антисептическим веществом или в пакете имеется ампула с антисептическим средством. Весь перевязочный материал и булавка для закрепления повязки заключены в стерильную пергаментную бумагу и в прорезиненный мешочек, внутренняя поверхность которого также стерильна. Такая упаковка обеспечивает длительную стерильность его содержимого даже в неблагоприятных условиях (влага, пыль и др.).

Основное правило при использовании пакета – не касаться руками той стороны компрессов, которая будет наложена на рану. Пакет берут в левую руку, правой рукой резким движением обрывают надрезанный край прорезиненного мешочка и извлекают пергаментный конверт. Осторожно развернув бумагу, левой рукой берут конец бинта с пришитой к нему ватно-марлевой подушечкой за сторону, обозначенную цветными нитками, правой – скатку бинта и руки быстро разводят в стороны. При этом между руками натягивают отрезок бинта с расположенными на нем компрессами. Компрессы помещают на рану и

накладывают бинтовую повязку. При сквозном ранении один компресс накладывают на входное, второй – на выходное отверстие. Конец бинта закрепляют булавкой.

Правило наложения бинтовых повязок. Перед наложением повязки больному нужно придать наиболее удобное положение, при котором он может находиться в расслабленном состоянии, боли при этом не должны усиливаться. Накладывание повязки удобнее, если бинтуемая часть тела находится на уровне груди бинтующего.

Бинтуемой части тела, особенно конечности, придается такое положение, в котором она будет находиться после наложения повязки. Так, повязка, наложенная на коленный сустав в согнутом положении больному, которому можно ходить, будет вызывать боли, затруднит передвижение, а повязка, наложенная на локтевой сустав в разогнутом положении, сделает невозможным ношение руки на перевязи и т.д.

Повязки, длительно фиксирующие сустав в неподвижном состоянии, могут привести к развитию тугоподвижности, а иногда и полной неподвижности сустава, анкилозу. Поэтому при накладывании повязок конечностям придают наиболее выгодное физиологическое положение, позволяющее после снятия повязки легко ликвидировать полуподвижность или обеспечить удовлетворительную функцию конечности. На нижнюю конечность повязки накладывают при слегка согнутом коленном суставе и согнутой под прямым углом стопе. Повязки на плечо, предплечье и кисть следует накладывать при согнутом под прямым углом локтевом суставе, разогнутом лучезапястном суставе и несколько согнутых пальцах кисти.

Накладывая повязку, необходимо следить за реакцией больного, за выражением его лица и не причинять ему своими движениями новых болевых ощущений. Если повязка беспокоит больного, надо ее исправить – ослабить или изменить положение туров бинта.

Бинтовать следует двумя руками, осуществляя попеременно то одной, то другой рукой вращение скатки бинта вокруг бинтуемой части тела, свободной рукой расправляя туры бинта. Бинт необходимо развертывать слева направо, головка бинта при этом будет как бы скатываться с тура бинта. Каждый накладываемый тур должен закрывать 1/2 или 2/3 ширины предыдущего.

Придерживаясь этих правил и используя разработанные типовые способы наложения бинтовых повязок, удается всегда хорошо закрыть рану, прочно фиксировать повязку без лишнего расходования перевязочного материала. Повязка не должна вызывать нарушения кровообращения в конечности, которое появляется побледнением кожи ниже повязки, цианозом, чувством онемения, появлением пульсирующих болей. Такую повязку надо немедленно исправить или снять и наложить заново. Конец бинта можно зафиксировать, завязав узел, или при помощи булавки. Узел и булавку следует располагать над здоровой частью тела.

Основные типы бинтовых повязок (см. рис. 5). Наиболее простой по технике выполнения является *циркулярная* (круговая) повязка, при которой все туры бинта ложатся на одно и то же место, полностью прикрывая все предыдущие. Такие повязки накладывают на лоб, шею, лучезапястный сустав, нижнюю треть голени, живот.

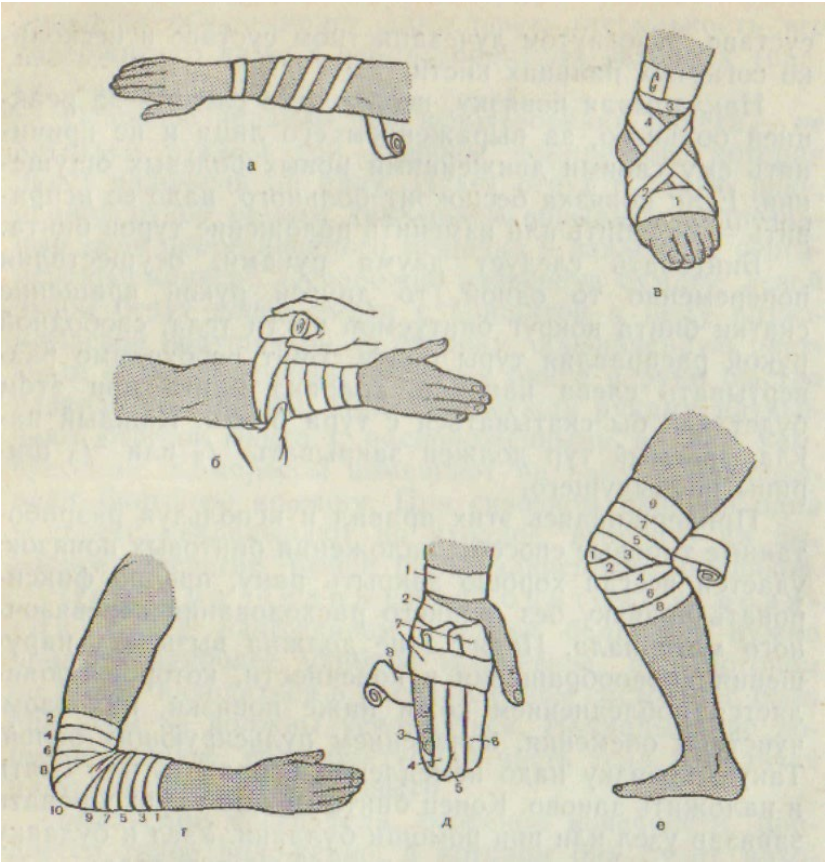


Рис. 5. Основные типы бинтовых повязок: а) ползучая; б) спиральная с перегибом; в) восьмиобразная; г) сходящаяся; д) возвращающаяся; е) расходящаяся.

Цифрами обозначен порядок накладывания туров бинта.

Спиральная повязка применяется при необходимости забинтовать значительную часть тела. Такую повязку обычно накладывают снизу вверх. Начинают повязку наложением 2-3 циркулярных туров, затем туры бинта направляют несколько косо вверх с таким расчетом, чтобы каждый следующий тур закрывал 2/3 ширины предыдущего. Спиральная повязка легко выполняется на участках с одинаковой толщиной, однако при разной толщине (голень, предплечье) добиться плотного прилегания невозможно, бинт пузырится, вследствие чего повязка становится непрочной. Для этих случаев существует прием, называемый перегибом. В месте, где начинается более широкая часть конечности, большим пальцем свободной руки прижимают нижний край

последнего тура, бинт переворачивают, при этом его верхний край становится нижним. Перегиб повторяют несколько раз в каждом туре и тем круче, чем резче выражено различие диаметров бинтуемой конечности. В дальнейшем вновь накладывают спиральные туры. Заканчивают повязку наложением нескольких циркулярных туров.

Перед наложением спиральной повязки, применяющейся с целью удержания перевязочного материала, смоченного мазью, эмульсией и другими лекарствами, для быстрого закрепления его накладывают *ползучую* (винтовую) повязку. Туры этой повязки не соприкасаются друг с другом, и они могут быть, быстро доведены до нижнего края перевязочного материала, после чего накладывается обычная спиральная повязка.

Восьмиобразная повязка удобна при бинтовании частей тела с неправильной и сложной формой голеностопного, плечевого, тазобедренного сустава, кисти, затылочной области и др. При этой повязке туры бинта накладывают в виде восьмерки.

Разновидностями восьмиобразной повязки являются колосовидная повязка, при которой места перекрещивания туров постепенно смещаются вверх или вниз по одной линии, сходящаяся или расходящаяся повязка, когда туры бинта, образующие восьмерку, приближаются друг к другу или расходятся.

Возвращающаяся повязка позволяет прочно фиксировать перевязочный материал на голове, культе конечности, стопе, кисти. При такой повязке туры бинта накладывают в перпендикулярных плоскостях, что достигают перегибом бинта под углом 90^0 и фиксированием области перегиба циркулярными или спиральными турами.

Сетчато-трубчатые повязки. Отечественной промышленностью выпускается новый вид перевязочного материала – сетчато-трубчатые эластичные бинты. Они предназначены для фиксации перевязочного материала и лекарственных средств практически на любых участках тела (рис. 6).

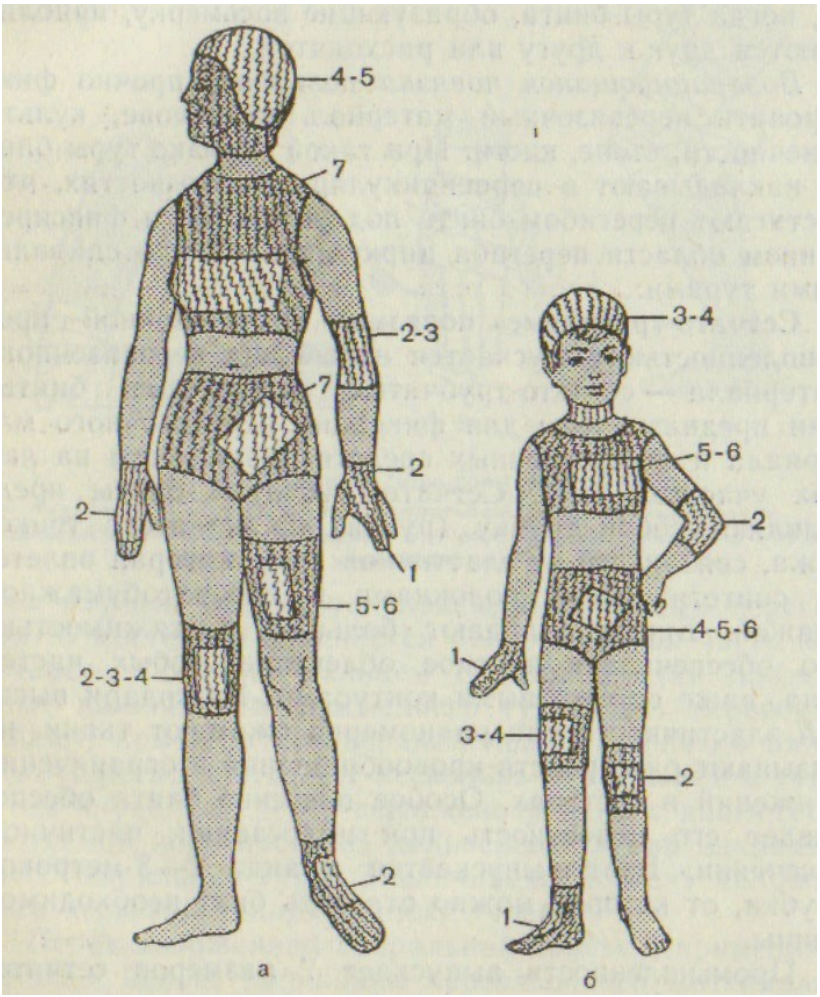


Рис. 6. Применение сетчато-трубчатых бинтов. Цифрами обозначены номера бинтов, применяемых у взрослых (а) и детей (б).

Техника наложения мягких повязок на отдельные части тела.

Повязки на голову и шею (рис. 7). Всю волосистую часть головы можно надежно закрыть с помощью простой бинтовой повязки – *чепца.* Отрезок узкого бинта длиной до 1 м средней его частью накладывают на теменную область, а концы впереди ушных раковин опускают вниз и удерживают в натянутом состоянии. На голову через лобную и затылочную области накладывают два циркулярных тура. Третий тур доводят до бинта завязки,

обводят вокруг него и через затылочную область ведут к противоположному концу бинта завязки. Здесь вновь бинт обводят вокруг завязки и накладывают следующий тур через лобно-теменную область, закрыв при этом на $^{2}/_{3}$ циркулярный тур. Перекидывая бинт каждый раз через завязку, последовательно по типу сходящейся повязки закрывают весь свод черепа. Конец бинта привязывают к одному из концов бинта-завязки, а концы последнего связывают между собой под подбородком с некоторым натяжением.

Свод черепа можно закрыть возвращающейся повязкой, называемой *шапочкой*. Закрепив бинт двумя циркулярными турами, делают перегиб бинта в области лба и ведут его косо спереди назад до затылка, где вновь делают перегиб, и циркулярным туром закрепляют оба перегиба. Повторяя эти действия, закрывают весь свод черепа по типу сходящейся повязки. Заканчивают повязку наложением нескольких циркулярных туров. Повязка удерживается непрочно, поэтому применяется ограниченно. Более надежна повязка-шапочка, накладываемая двумя бинтами, когда каждый тур, идущий спереди назад, создаваемый одним бинтом, укрепляется циркулярными турами второго бинта.

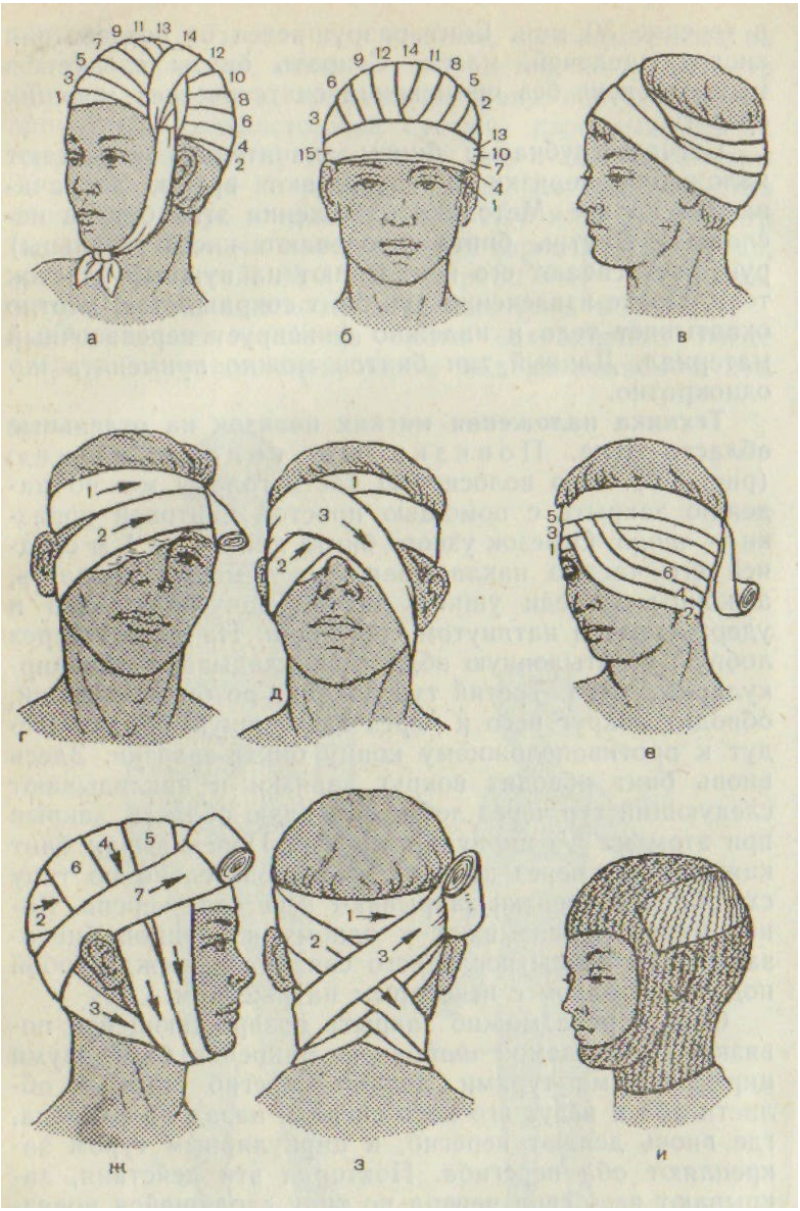


Рис. 7. Повязки на голову и на шею: а) чепец; б) возвращающаяся повязка – «шапка Гиппократа»; в) на ухо и затылочную область – «Неаполитанская шапочка»; г) на глаз; д) на оба глаза; е) на глаз, ухо и затылочную область; ж) на нижнюю челюсть и свод черепа – «уздечка»; з) на затылочную область и шею; и) сетчато-трубчатая повязка на волосистую часть головы и шею.

Повязка на глаз начинается наложением циркулярного тура через лобную и затылочную области. Второй тур в затылочной области опускают ближе к шее и

выводят под ухом на лицо, закрывая скуловую кость, глаз и частично переносицу, а затем выводят на лоб. Третий тур циркулярный, закрепляющий. Следующий тур вновь косой, закрывающий первый косой на половину его ширины, затем опять закрепляющий. Постепенно смещая косой тур вверх, полностью закрывают глаз. Завершают повязку циркулярным закрепляющим туром. При бинтовании левого глаза туры бинта ведут справа налево, а при бинтовании правого – слева направо. Повязка на оба глаза начинается так же, как при бинтовании правого глаза, т.е. туры идут из-под правой ушной раковины над глазом к левой половине лба, следующие два тура закрывают левый глаз. Бинт ведут из правой теменной области сверху вниз через лоб над глазом под левую ушную раковину, и далее в затылочную области осуществляют циркулярный тур. Следующие туры вновь проводят под правым глазом и т.д.

Повязка на ухо начинается с наложения циркулярного тура через лобную и затылочную области. Последующие туры на большой стороне постепенно смещаются вниз, закрывая ухо и сосцевидный отросток. Повязку завершают наложением нескольких циркулярных туров.

Повязка на затылочную область и шею представляет собой восьмиобразную повязку. Начинают повязку с двух циркулярных туров вокруг головы, затем от левого уха бинт ведут косо вниз на затылочную область и под правым углом нижней челюсти на переднюю поверхность шеи и далее из-под челюсти вверх через затылочную область над правым ухом на лоб и т.д. Постепенно смещая место перекрестка косых туров, закрывают всю затылочную область. При необходимости закрыть шею к восьмиобразной повязке добавляют циркулярные туры вокруг шеи.

Повязку на нижнюю челюсть называют *уздечкой.*

Бинт закрепляют циркулярным туром через лобную и затылочную области, второй тур ведут через затылочную область косо вниз и под углом нижней челюсти переходят в вертикальные циркулярные туры впереди ушных раковин,

закрывая теменную, височную области и нижнюю челюсть. Закрыв нижнюю челюсть, бинт из-под челюсти выводят на затылочную область и закрепляют повязку несколькими горизонтальными турами через лоб и затылок.

Сетчато-трубчатым бинтом перевязочный материал может быть надежно закреплен на любой части головы и лица.

Широко используются для закрытия ран и укрепления перевязочного материала на голове и лице пращевидные, косыночные и контурные повязки (см. рис. 7).

Повязки на грудную клетку (рис. 8). Наиболее часто используется *спиральная повязка.* Середину отрезка бинта длиной до 1,5 м накладывают через надплечье. Поверх висячего бинта на грудную клетку накладывают широким бинтом спиральную повязку снизу вверх до подмышечных впадин. Висящие концы бинта-завязки несколько натягивают, смещают к средней линии и, перекинув через другое надплечье, связывают между собой спереди над повязкой. Бинт-завязка прочно фиксирует спиральную повязку, делает ее неподвижной. Возможно применение двух бинтов-завязок.

Повязка, фиксирующая плечевой пояс и руку к грудной клетке, - *повязка Дезо* – применяется при оказании первой медицинской помощи при переломе ключицы, плеча, после вправления вывиха плеча, удаления молочной железы. Бинтуемую руку сгибают под прямым углом в плечевом суставе, в подмышечную впадину закладывают валик из ваты величиной с кулак. Двумя циркулярными турами, которые начинают из подмышечной впадины другой руки и ведут по передней поверхности груди, фиксируют плечо к грудной клетке. Из подмышечной впадины бинт направляют косо вверх и, перекинув через больное надплечье, опускают вертикально вниз под локоть и, охватывая предплечье снизу, приводят в подмышечную впадину. Сзади бинт ведут косо вверх, перекидывают через больное надплечье и опускают вертикально вниз впереди плеча под локоть и далее косо вверх поперек груди в подмышечную впадину выводят на переднюю

поверхность грудной клетки. Этим заканчивается первый цикл туров повязки. Их повторяют несколько раз до полной фиксации плеча и предплечья. При повязке Дезо туры бинта никогда не проходят через здоровое надплечье, а косые туры на передней и задней поверхностях образуют правильные треугольники.

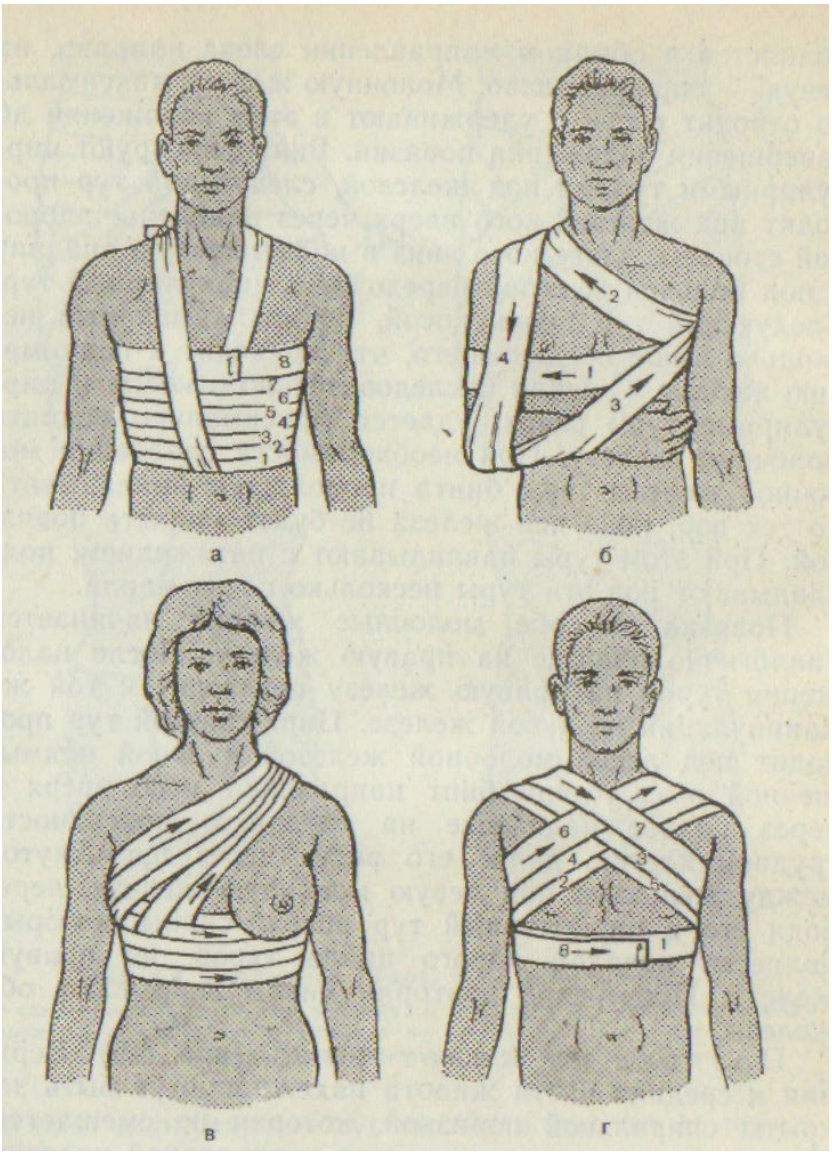


Рис. 8. Повязки на грудную клетку: а) спиральная; б) повязка Дезо; в) на молочную железу; г) крестообразная на верхнюю часть грудной клетки. Цифрами обозначен порядок накладывания туров бинта.

Повязки на молочную железу применяют с различными целями – с целью поддержания и сдавливания. Поддерживающая молочную железу повязка применяется при воспалительных процессах и после операций. Повязка на правую молочную железу выполняется в обычном направлении слева направо, на левую – справа налево. Молочную железу максимально отводят вверх и удерживают в этом положении до завершения наложения повязки. Бинт фиксируют циркулярными турами под железой, следующий тур проводят под железой косо вверх через надплечье здоровой стороны, далее косо вниз в подмышечную впадину и под больной железой переходят в циркулярный тур. Следующий тур вновь косой, но накладываемый несколько выше предыдущего, что приводит к подниманию железы. Смещая последовательно и косые и циркулярные туры вверх, удается максимально поднять молочную железу. При необходимости сдавления молочной железы туры бинта продолжают накладывать до тех пор, пока вся железа не будет закрыта повязкой. При этом туры накладывают с натяжением, подкладывают под эти туры несколько слоев марли.

Повязка на обе молочные железы начинается аналогично повязке на правую железу. После наложения туров на правую железу переходят к той же манипуляции на левой железе. Циркулярный тур проводят под левой молочной железой к левой подмышечной ямке, сзади бинт направляют косо вверх и через правое надплечье на переднюю поверхность грудной клетки, далее его ведут через промежуток между железами под левую молочную железу, переводя его в циркулярный тур вокруг спины, который является началом нового цикла туров, на правую железу. Поочередно повторяя циклы закрывают обе железы.

Повязки на живот и таз (рис. 9). Верхняя и средняя части живота надежно могут быть закрыты спиральной повязкой, которая не смещается. Для предупреждения смещения циркулярной повязки, накладываемой на нижнюю половину живота, ее фиксируют к бедру. Накладывают спиральную повязку сверху вниз, последний тур со спины ведут через зону подвздошной кости,

направляют вниз на переднюю поверхность бедра и выполняют циркулярный тур вокруг него, далее бинт направляют косо вверх по передней поверхности живота до верхней границы повязки, где выполняется несколько циркулярных туров. Далее следует еще один тур, фиксирующий повязку к бедру: его ведут по спине косо сверху вниз до подвздошной кости, а затем через паховую область на бедро. Закрепляют бинт циркулярным туром, переводят его на переднюю брюшную стенку, где завершают повязку наложением нескольких спиральных туров.

Повязка на паховую область (см. рис. 9). Наиболее удобно закрыть паховую область колосовидной повязкой. Бинт закрепляют циркулярным туром на животе. Если необходимо закрыть правую область, ведут бинт слева направо, а левую – справа налево. Следующий тур косой: тотчас после перехода в поясничную область его направляют косо вниз над крестцом, ягодицей и по большим вертелом, выводят на переднюю поверхность бедра и далее бинт накладывают косо вниз, снаружи внутрь, обводят бедро сзади на переднюю поверхность к лонному сочленению и далее через подвздошную кость противоположной стороны на поясницу. Затем накладывают необходимое число туров по ходу первого косого тура с некоторым его смещением. Создавая колосовидную повязку, косые туры можно сочетать с циркулярными, что позволяет надежно закрыть нижние отделы живота, ягодицу, паховую область и верхнюю треть бедра. Заканчивают повязку циркулярными турами на животе.

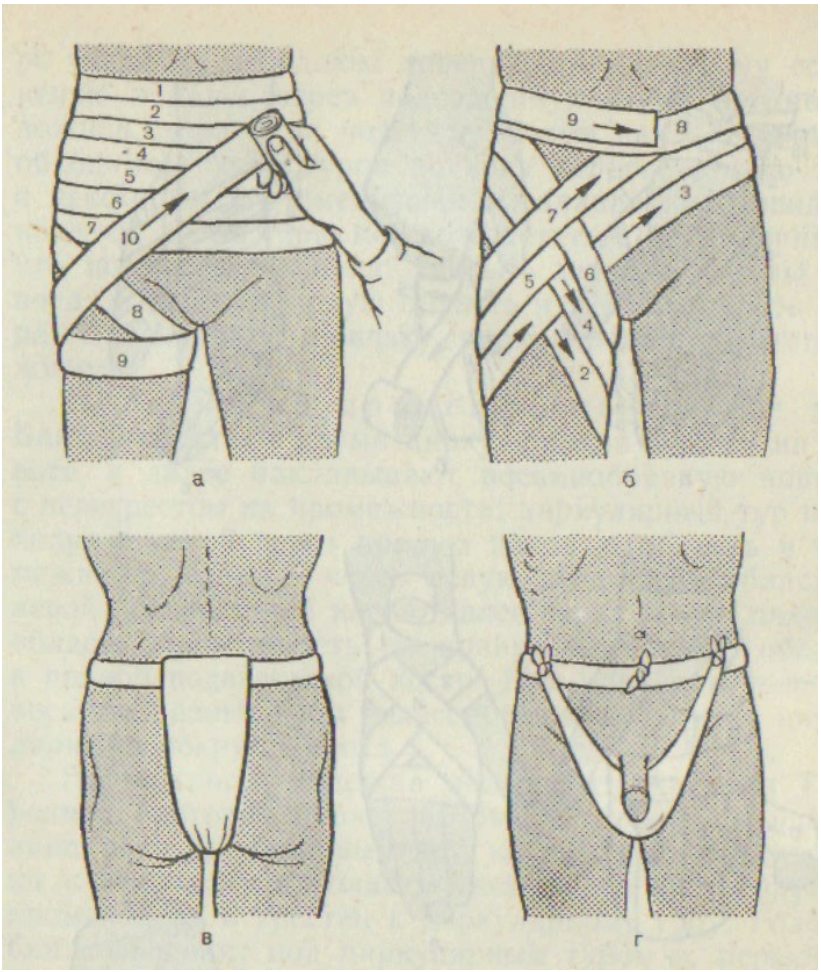


Рис. 9. Повязки на живот, таз и промежность: а) спиральная с фиксацией к бедру; б) на нижнюю половину живота и паховую область;

в) Т-образная на промежность; г) суспензорий.

Цифрами обозначен порядок накладывания туров бинта.

Повязка на верхнюю конечность. Верхняя конечность имеет сложную конфигурацию, поэтому повязки на нее очень разнообразны и каждая из них включает в себя комбинацию различных типов повязок.

На палец можно наложить два вида повязок. *Спиральная повязка на палец* (см. рис. 10-а) накладывается узким бинтом. Несколькими круговыми турами бинт фиксируют в области запястья. При бинтовании правой кисти туры накладывают слева направо, левой – справа налево. От запястья бинт проводят косо по тыльной поверхности кисти к основанию пальца. Далее накладывают два винтовых

нисходящих тура до ногтевой фаланги, а затем – спиральную восходящую повязку до основания пальца. Бинт выводят через межпальцевый промежуток на тыл кисти к запястью, где и фиксируют его циркулярным туром. Последовательно переходя на другие пальцы, можно наложить повязку на все пальцы – *перчатку.*

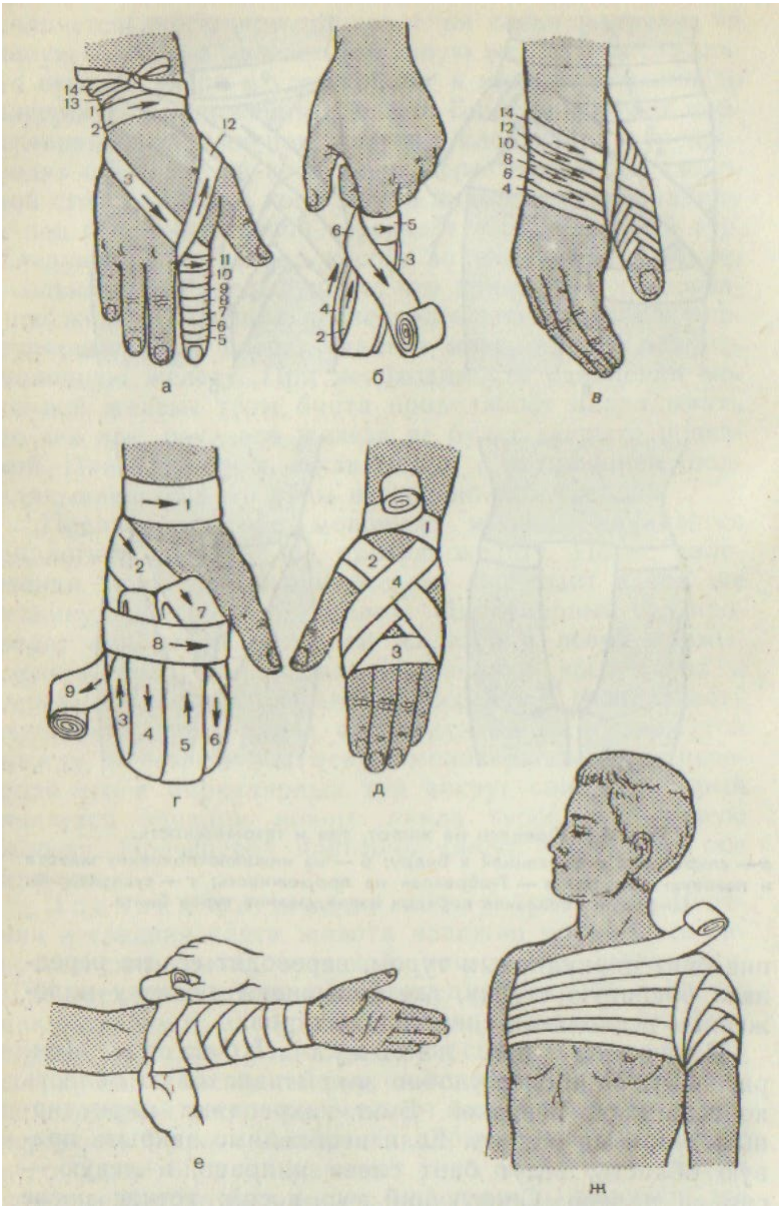


Рис. 10. Повязка на верхнюю конечность: а) спиральная на палец; б) возвращающаяся на палец; в) колосовидная на 1 палец; г) возвращающаяся

на пальцы и кисть – «варежка»; д) на кисть и лучезапястный сустав; е) спиральная над предплечье; ж) колосовидная на плечевой сустав.

Возвращающая повязка на палец (см. рис. 10-б). Вначале накладывают несколько слоев бинта попеременно – то на тыльную, то на ладонную поверхность пальца, которые фиксируют круговым туром у основания, а затем винтовым – до ногтевой фаланги. Окончательно формируют повязку наложением спиральных восходящих туров. Фиксируют бинт завязыванием его у основания пальца. Аналогичную повязку можно наложить на все пальцы и кисть – повязка «*варежка».*

Колосовидная повязка на 1 палец начинается с фиксации бинта на запястье, затем бинт ведут косо через тыльную поверхность кисти и большого пальца к ногтевой фаланге, обводят вокруг пальца и возвращают через тыл кисти к лучезапястному суставу. В дальнейшем эти восьмиобразные туры повторяют несколько раз, последовательно смещая перекрест бинтов на пальце к его основанию (рис. 10-в). Фиксируют бинт на запястье.

Повязка на кисть и лучезапястный сустав (рис. 10-д) представляет собой комбинацию круговой и восьмиобразной повязок. Наложив несколько круговых туров на область лучезапястного сустава, бинт через тыл кисти проводят через первый межпальцевый промежуток на ладонную поверхность кисти и накладывают несколько круговых туров на кисть. Бинт возвращают через тыл кисти на предплечье. Восьмиобразные туры повторяют несколько раз с переплетом их на тыле кисти. Бинт фиксируют круговыми турами в области лучезапястного сустава. Предплечье надежно можно закрыть спиральной повязкой (рис. 10-е).

Повязку на область локтевого сустава накладывают при сгибании руки в локтевом суставе под углом в 90^{o}. Бинт несколькими круговыми турами фиксируют на плече тотчас выше сустава, а затем выполняют сходящуюся

восьмиобразную повязку с перекрестом туров в зоне локтевой ямки. Последние туры закрывают локтевой отросток. Фиксируют бинт круговым туром на плече.

Колосовидная повязка на область плечевого сустава (рис. 10-ж). На плечо ближе к подмышечной впадине накладывают 3 круговых тура. Из подмышечной впадины начинают четвертый тур, ведут его косо вверх по наружной поверхности плеча на спину и далее вокруг груди до начала этого тура. Пятый тур бинта ведут через область плечевого сустава, несколько прикрыв предыдущий тур, косо вниз вокруг плеча и через подмышечную впадину на переднюю поверхность плечевого сустава, который переходит в следующий тур, аналогичный четвертому. Последовательно смещая туры бинта, полностью закрывают область сустава.

Повязки на нижнюю конечность. На стопе отдельно бинтуют только *1 палец.* Повязка на 1 палец стопы начинается с закрепления бинта несколькими круговыми турами на уровне лодыжек (рис. 11-а). Следующий тур проводят по тылу стопы и 1 пальца, закрывая его полностью. Бинт накладывают на палец спиральной восходящей повязкой до его основания, после чего бинт выводят через межпальцевый промежуток на тыл стопы и фиксируют циркулярным туром на голени.

Возвращающаяся повязка на дистальные отделы стопы. Закрепив бинт несколькими круговыми турами на голени, его выводят на тыльную поверхность стопы, перекидывают через пальцы и закрывают подошвенную поверхность стопы, где бинт перегибают и возвращают на тыльную поверхность. Несколькими возвращающимися турами закрывают весь дистальный отдел стопы, после чего закрепляют эти туры восходящей спиральной повязкой. Бинт закрепляют круговыми турами на голени.

Повязка на всю стопу (рис. 11-б). Бинт круговыми турами закрепляют на голени, после чего укрывают боковые поверхности стопы циркулярными турами (без натяжения) через пятку и пальцы. Эти туры фиксируют восходящей спиральной повязкой от пальцев до голени.

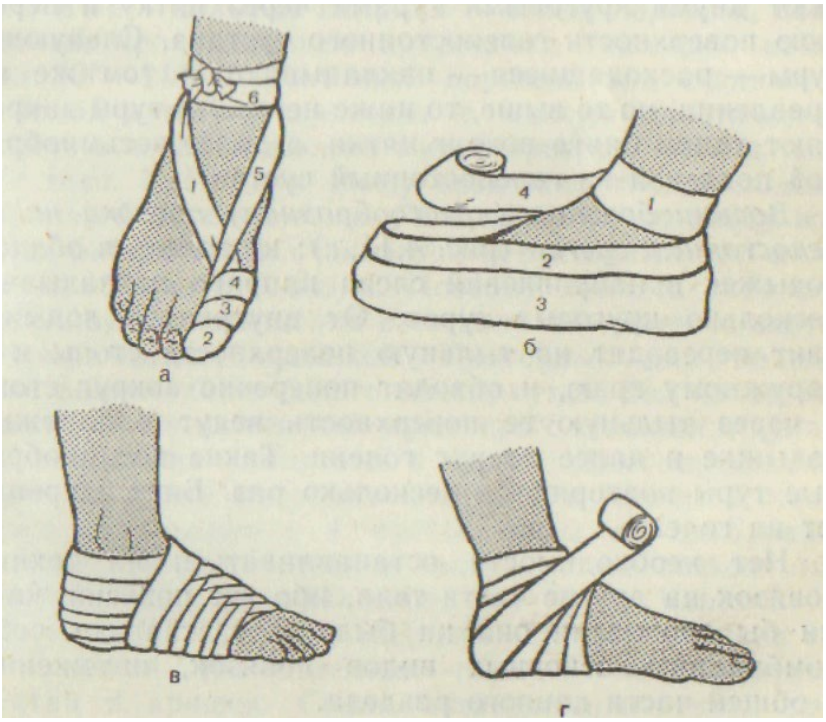


Рис. 11. Повязки на нижнюю конечность: а) спиральная повязка на 1 палец;

б) возвращающаяся повязка на всю стопу; в) сходящаяся повязка на пятку;

г) восьмиобразная повязка на тыл стопы и пятку.

Черепашью повязку на пятку (рис. 11-в) начинают двумя круговыми турами через пятку и переднюю поверхность голеностопного сустава. Следующие туры – расходящиеся – накладывают в том же направлении, но то выше, то ниже него. Эти туры закрепляют ходом бинта вокруг пятки, а далее восьмиобразной повязкой на голеностопный сустав.

Восьмиобразная (крестообразная) повязка на голеностопный сустав (рис. 11-г): на голень в области лодыжек в направлении слева направо накладывают несколько круговых туров. От внутренней лодыжки бинт переводят на тыльную поверхность стопы к ее наружному краю, и обводят поперечно вокруг стопы, и

через тыльную ее поверхность ведут к наружной лодыжке и далее вокруг голени. Такие восьмиобразные туры повторяются несколько раз. Бинт закрепляют на голени.

Твердые повязки

Твердые повязки применяют при необходимости создания неподвижности какой-либо части тела (иммобилизирующие повязки) или с целью исправления (коррекции) неправильного её положения (корригирующие повязки). При накладывании твердых повязок с лечебной целью чаще используют быстротвердеющие материалы: гипс, пластмассу, клей, крахмал. Иммобилизирующие повязки, накладываемые на период транспортировки пострадавшего в медицинское учреждение, выполняют с помощью шин, сделанных из исходно твердых материалов – дерева, металла, пластмассы.

Транспортная иммобилизация – это обеспечение неподвижности какой-либо части тела пострадавшего до момента доставки его в лечебное учреждение. Благодаря созданию неподвижности резко уменьшаются боли, что является основным моментом в профилактике шока, кроме того, иммобилизация предупреждает смещение отломков и тем самым уменьшает угрозу возможного ранения острыми краями отломков частей сосудов, нервов, мышц, удерживает отломки костей в соприкосновении друг с другом, что значительно облегчает дальнейшее лечение переломов.

Иммобилизацию можно проводить с помощью подручных средств (палки, лыжи и др.), путем аутоиммобилизации – прибинтовывание руки к туловищу пострадавшего, ноги к здоровой ноге или с применением специальных транспортных шин.

Основные правила проведения транспортной иммобилизации:

- Шину накладывают на месте происшествия, прямо на одежду и обувь пострадавшего.

- Пострадавшему обязательно дают обезболивающие средства: 2 таблетки анальгина по 0,5 г, внутримышечно 50%-ный раствор анальгина или 2%-ный раствор промедола.

- Если на одежде присутствуют следы крови, то перед наложением шины следует разрезать одежду в этом месте, осмотреть рану, остановить кровотечение и наложить асептическую повязку.

- Перед наложением шины осторожно придают конечности функционально выгодное положение. Руку сгибают в локте под углом 90 градусов, в подмышечную область кладут валик, обеспечивающий отведение плеча на 5 градусов. Если повреждена нога, под колено помещают валик, обеспечивающий сгибание в тазобедренном и коленном суставах под углом 5 градусов, стопу устанавливают под углом 90 градусов.

- Шина обязательно должна захватывать 2 соседних от места перелома сустава при переломах предплечья и голени и три сустава при переломах бедра и плеча.

- Прибинтовать шину следует надежно, но при этом надо следить, чтобы бинты и средства иммобилизации не вдавливались в кожу.

- Все действия, в том числе перекладывание пострадавшего, выполняются, не причиняя ему лишних страданий.

Транспортировка пострадавших.

На всех этапах лечения пострадавших и больных важное значение имеет правильная ***транспортировка.*** Особое внимание она имеет при оказании первой медицинской помощи, являясь важнейшей ее задачей. В этих условиях транспортировка пострадавшего в лечебное учреждение должна быть быстрой, безопасной, щадящей. Выбор способа транспортировки зависит от состояния пострадавшего, вида травмы, характера заболевания и от имеющихся в распоряжении оказывающего помощь транспортных средств.

При отсутствии специально оборудованного транспорта пострадавшего в лечебное учреждение доставляют на носилках, с помощью лямки или на руках.

Медицинские носилки обеспечивают наиболее удобную и безопасную транспортировку пострадавшего. Переноску на носилках могут осуществить 2-4 человека. Положение больного на носилках зависит от характера повреждения или заболевания. На носилки пострадавшего укладывают следующим образом: носилки устанавливают рядом с пострадавшим у поврежденной стороны (при травме позвоночника с любой удобной стороны); 2-3 человека с противоположной стороны опускаются на колено, осторожно подводят руки под пострадавшего, и одновременно приподнимают его, и после того, как свободный помощник заводит носилки под пострадавшего, осторожно опускают его на носилки. Подведение носилок под пострадавшего можно осуществить со стороны головы или ног.

При транспортировке на носилках следует придерживаться следующих правил. При удовлетворительном состоянии и передвижении по ровной поверхности больных следует нести головой назад. Если больной находится в очень тяжелом состоянии (бессознательное состояние, большая кровопотеря и т.д.), то его необходимо нести головой вперед. Это необходимо для того, чтобы носильщик, идущий сзади, мог видеть лицо пострадавшего, заметить ухудшение состояния, своевременно прекратить транспортировку и оказать первую помощь.

Носильщики не должны идти в ногу, передвигаться следует короткими шагами, по возможности избегая неровных поверхностей. Более высокий носильщик должен нести ножной конец носилок.

При подъеме и спуске по лестнице или в гору носилки должны быть всё время в горизонтальном положении. Для этого при подъеме идущий сзади поднимает носилки до уровня своих плеч, а при спуске этот прием проделывает носильщик, идущий впереди.

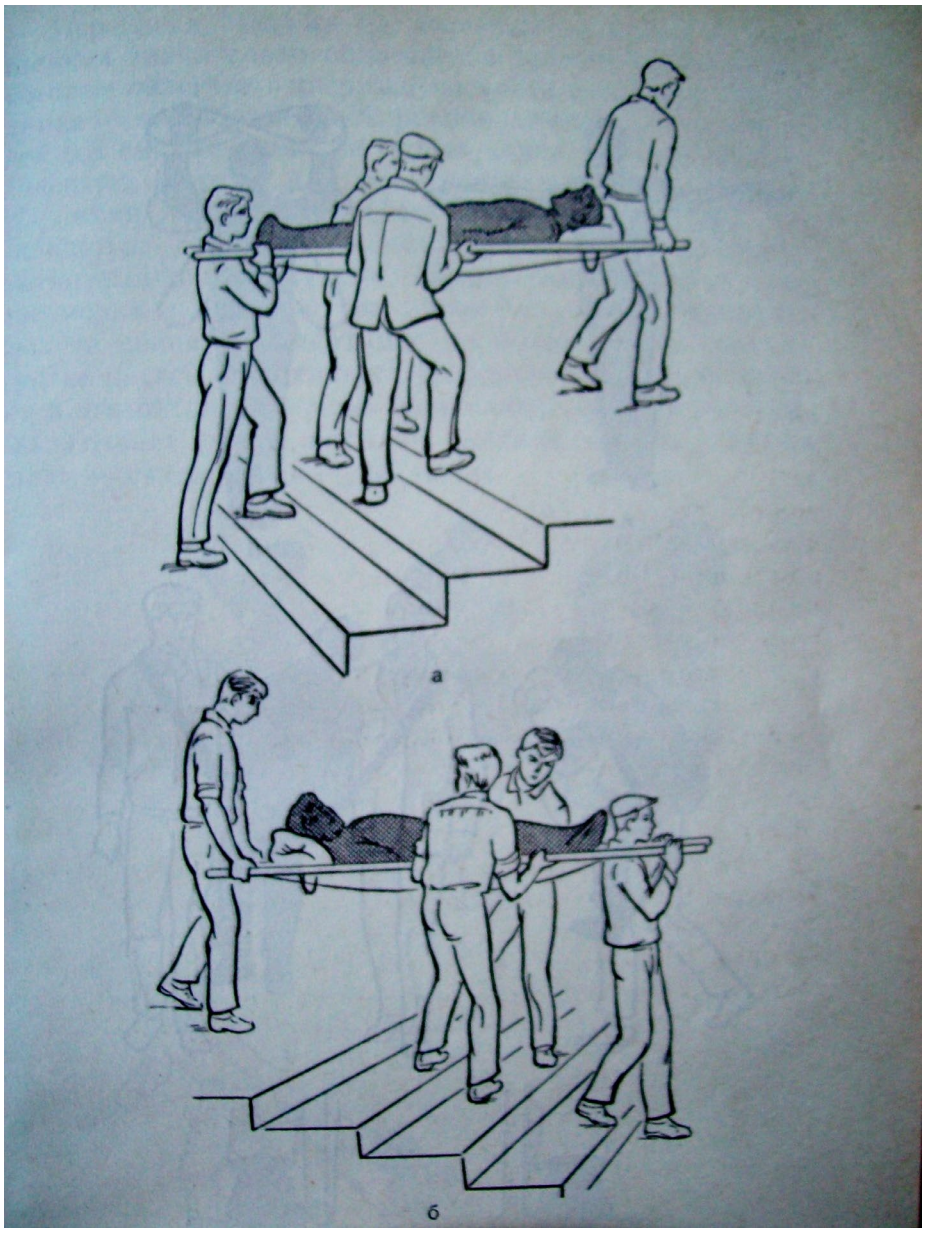


Рис. 12. Положение носилок при движении по неровной местности.
а – при подъеме; б – при спуске.

Обычно при подъеме пострадавшего несут головой вперед, а при спуске – головой назад, но больных с переломами костей нижних конечностей при подъеме лучше нести ногами вперед, а при спуске – ногами назад.



Рис. 13. переноска пострадавших с использованием лямки.

а – подгонка лямки под носильщика; б – надевание лямки;

в – переноска на спине; г – переноска двумя носильщиками;

д – положение лямки на носилках переднего и заднего (е) носильщиков.

Переноска больных на носилках на большие расстояния значительно облегчается применением лямок, которые облегчают нагрузку на кисти рук. Носилочная лямка – это брезентовый ремень длиной 3,5 м, шириной 6,5 см, имеющий на одном конце прочную металлическую пряжку для соединения с другим концом. Из лямки делают петлю, соответствующую росту носильщика: длина ее должна быть равной размаху вытянутых в сторону рук. Петлю

складывают в виде восьмерки и надевают на плечи так, чтобы перекрест был на спине, а свисающие по бокам петли были на уровне кистей опущенных рук. Ручки носилок вставляют в эти петли, при этом носильщик, идущий впереди, захватывает ручки носилок впереди лямки, идущий сзади – сзади лямок.

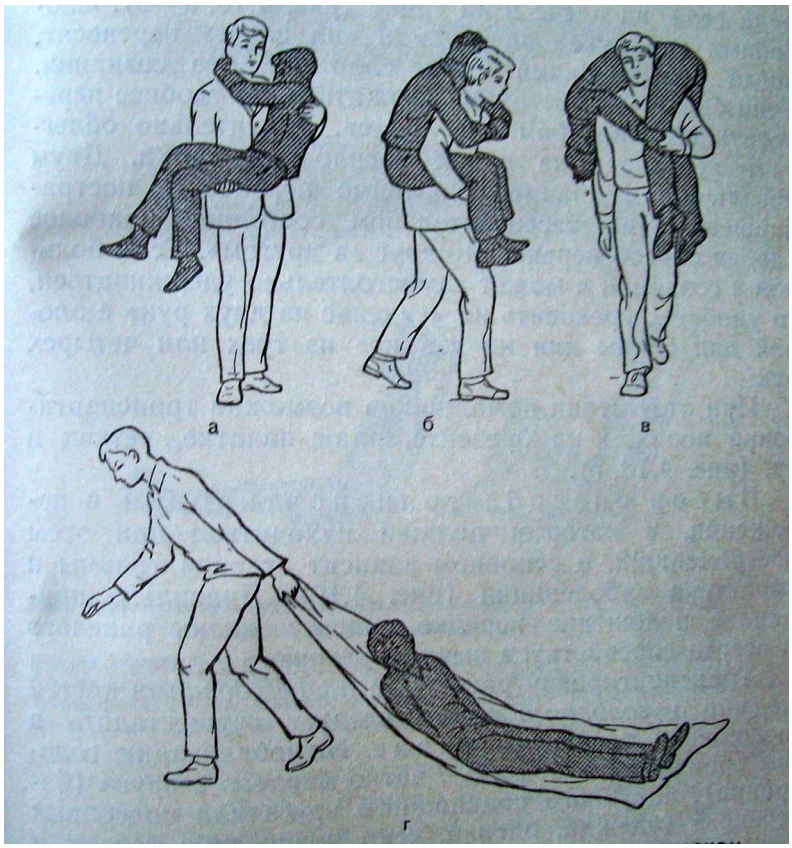


Рис. 14. Транспортировка пострадавшего одним человеком.

а – впереди себя; б – на спине; в – на плече; г – волоком на брезенте.

При отсутствии медицинских носилок можно изготовить импровизированные носилки из случайных средств (шест, жердь, доска, пальто, одеяло, мешок и др.), но они обязательно должны быть прочными, способными выдержать тяжесть тела пострадавшего. При переноске на жестких предметах под больного необходимо подложить что-либо мягкое: сено, одежду, одеяло и др. Носильную лямку можно сделать из 2-3 ремней, куска брезента, простыни, полотенец, толстой веревки и др.

Нередко первую помощь приходится оказывать в условиях, когда нет никаких подручных средств или когда нет времени для изготовления

импровизированных носилок. В этих случаях транспортируют больного на руках. Нести больного можно на руках впереди себя, на плече и на спине (рис. 14. а – в).

Способами «на руках впереди» и «на плече» переносят, когда пострадавший очень слаб или без сознания. Если больной в состоянии держаться, то удобнее переносить его способом «на спине». Значительно облегчает переноску на руках носилочная лямка. Двум носильщикам значительно легче переносить пострадавшего. При бессознательном состоянии наиболее удобен способ переноски «друг за другом». Если больной в состоянии и может самостоятельно удерживаться, то удобнее переносить на «сиденье из двух рук» с опорой для спины или на «замке» из трех или четырех рук.

При отсутствии помощников возможна транспортировка волоком на брезенте, плащ-палатке, ветках и др. (рис. 14. г).

Выбор способа транспортировки и положения, в котором должен находиться при этом пострадавший, в основном зависит от вида травмы и характера заболевания. Правильно приданное положение нередко спасает жизнь раненого и всегда способствует выздоровлению.

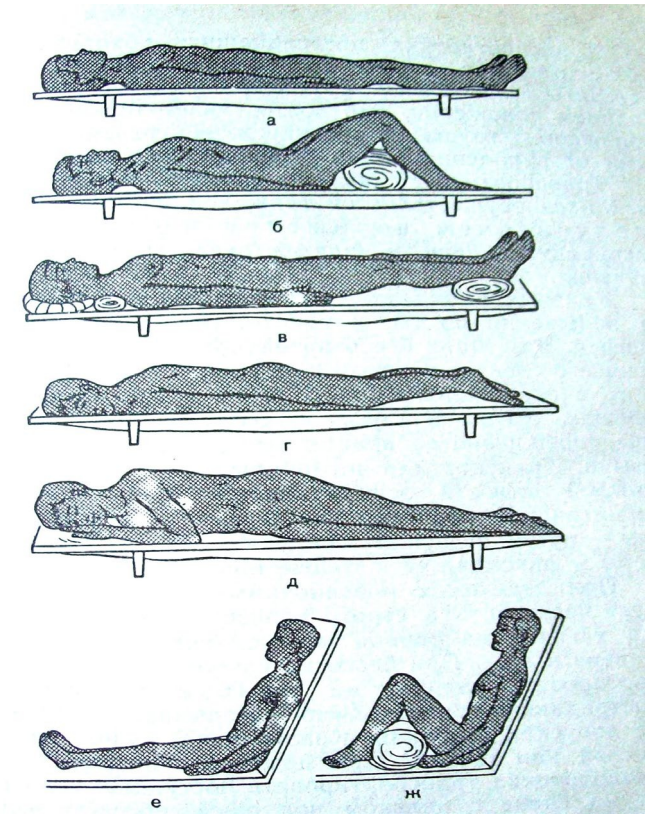


Рис. 15. Положение больного на период транспортировки в зависимости от заболевания (повреждения).
а – на спине;
б – на спине с согнутыми в коленных суставах ногами;
в – на спине с отогнутой назад головой и приподнятыми нижними конечностями;
г – на животе;
д – на боку;
е – полусидячее положение;
ж – то же, но с согнутыми в коленных суставах ногами.

Транспортировку раненых с *повреждениями костей черепа и головного мозга* следует осуществлять в положении *лежа на спине.* Иммобилизацию головы производят с помощью ватно-марлевого круга (баранка), надувного подкладного круга или подсобных средств (одежда, одеяло, сено, мешочки с песком и др.) путем создания из них валика вокруг головы. При локализации раны в *затылочной области* и переломе костей этой зоны пострадавшего транспортируют в положении на боку. Черепно-мозговая травма очень часто сопровождается рвотой. Это диктует необходимость постоянного наблюдения за пострадавшим с тем, чтобы не допустить аспирации рвотных масс и попадания их в дыхательные пути и развития асфиксии (удушения).

Транспортировка пострадавших, находящихся в бессознательном состоянии, должна осуществляться на боку в фиксированном стабилизированном положении. Это обеспечивает хорошую иммобилизацию головы и предупреждает развитие асфиксии от западения языка и аспирации рвотных масс.

Транспортировка пострадавших *с переломами костей носа* осуществляется также на носилках, но и в *полусидячем положении*, что предупреждает аспирацию крови и способствует остановке кровотечения.

Раненых с *повреждением челюстей* транспортируют в положении *сидя*, с некоторым наклоном головы вперед. В случаях бессознательного состояния пострадавшего следует перевозить в положении лежа на животе с подложенными под лоб и грудь валиками из одежды, одеяла и других вещей. Это необходимо для предупреждения аспирации крови, слюны и западения языка. Транспортная иммобилизация при переломах нижней челюсти осуществляется путем наложения пращевидной повязки, при переломах верхней челюсти – путем введения между челюстями кусочка фанеры и фиксации ее к голове повязкой.

При *переломах позвоночника* пострадавших следует перевозить в строго горизонтальном положении *на спине* на ровной жесткой поверхности (доска, фанера и др.). При бессознательном состоянии транспортировать следует *на*

животе. Перекладывать пострадавшего необходимо чрезвычайно осторожно, не допуская сгибания позвоночника, лучше вместе с доской или щитом. При переломах шейного отдела позвоночника транспортировать пострадавшего следует на спине с валиком под шеей, обеспечивающим некоторое откидывание головы назад и фиксацию головы.

При *переломах ребер и ключицы* перевозить лучше в положении *сидя.* При тяжелом состоянии, когда пострадавший не может сидеть, транспортировку осуществляют на носилках с приданием больному полусидячего положения.

Транспортировка при *переломах костей таза* осуществляется в положении на *спине.* Транспортная иммобилизация (относительная) достигается приданием конечности особого положения: нижние конечности немного сгибаются в коленных и тазобедренных суставах, под колени подкладывают тугой валик из одеяла, одежды и др. высотой 25-30 см, бедра несколько разводят в стороны и фиксируют (бинт, полотенце) на уровне коленных суставов для предупреждения соскальзывания их с валика.

Раненых *с повреждениями костей нижних конечностей* после иммобилизации шиной транспортируют на носилках в положении *лежа на спине*. При *переломах костей верхних конечностей* транспортировать можно в положении *сидя.*

При всех травмах и заболеваниях, сопровождающихся *шоком*, а также значительной кровопотерей, транспортировку следует осуществлять только в положении *лежа* с приподнятым ножным концом носилок для уменьшения обескровливания головного мозга. Больные с легочными кровотечениями чрезвычайно чувствительны к перевозке. Доставка таких больных из дома в лечебное учреждение должна осуществляться в полусидячем положении специальным санитарным транспортом. При этом необходимо соблюдать особую осторожность, избегая тряски и резких движений воздуха, что может вызвать кашель и тем самым усилить кровотечение.

Больных *с острыми заболеваниями органов брюшной полости* (острый аппендицит, острый холецистит, острый панкреатит, ущемление грыжи, кишечная непроходимость и др.), с пищевыми отравлениями, отравлении кислотами, щелочами, газами, ядами транспортировать следует в положении *лежа* или в *полусидячем положении.* Самостоятельные передвижения таких больных очень опасны, так как способствуют распространению гнойного воспаления по брюшной полости.

В холодное время года необходимо принять все меры для предупреждения охлаждения, так как охлаждение почти при всех видах травм, несчастных случаях и внезапных заболеваниях резко ухудшает состояние больного, способствует развитию осложнений. В этом отношении особого внимания требуют раненые с наложенными артериальными жгутами, находящиеся в бессознательном состоянии или состоянии шока, а также с термическими и холодовыми поражениями.

Тема 7

Основные принципы неотложной помощи при острых отравлениях.

Понятие об отравлениях и антидотах.

Радиационные поражения и защита от них.

Отравление – это патологическое экстремальное состояние, возникающее при поступлении в организм ядовитых веществ различной природы. Яд – это химическое вещество, которое при поступлении в организм в малых количествах, способен вмешиваться в течение внутренних биохимических процессов и вызывать функциональные расстройства органов и систем.

Все яды можно разделить на шесть групп:

1) Нервно-паралитические отравляющие вещества: фосфоро-органические соединения (ФОС);
2) Общеядовитые отравляющие вещества: синильная кислота, окись углерода;
3) Удушающие отравляющие вещества: хлор, фосген, треххлористый фосфор, аммиак;
4) Кожнонарывные отравляющие вещества: иприт, люизит;
5) Раздражающие отравляющие вещества: CS ирританты;
6) Психотомиметические отравляющие вещества: ЛСД, буфотенин.

Яды могут быть химического происхождения (промышленные), бытовые, медикаменты, биологического происхождения – микробные токсины, токсины растительного и животного происхождения.

Пути поступления яда в организм:

- контактный путь отравления (кожа и слизистые);

- ингаляционный путь (через дыхательные пути)

- энтеральный путь отравления (через рот, через желудочно-кишечный тракт);

- парэнтерные пути (укусы насекомых и животных, при внутривенном введении).

Индивидуальные средства защиты для населения и персонала – противогазы, ватно-марлевые повязки, респираторы и защитные костюмы.

Характерные патологические синдромы острых отравлений

- Синдром поражения центральной нервной системы: судороги, гипертермия, коматозное состояние, нарушение дыхания и сердечной

деятельности, психомоторное возбуждение, острые интоксикационные психозы, оглушенность.

- Болевой синдром. Возникает под влиянием прижигающих и раздражающих ядов.

- Синдром нарушения дыхания. Может проявляться в виде угнетения дыхательного центра, нарушения иннервации дыхательной мускулатуры, нарушения дыхания в результате развития генерализованных судорог, стеноза гортани, отека легких, бронхореи или нарушения переноса кислорода гемоглобином (отравление угарным газом, синильной кислотой).

- Синдром поражения сердечно-сосудистой системы. Проявляется в виде токсического шока, нарушения ритма сердечной деятельности, сердечно-сосудистая недостаточность: коллапс, отек легких.

- Синдром поражения желудочно-кишечного тракта. Проявляется в виде рвоты, болей в животе, ожогов слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, пищеводно-желудочных кровотечений, панкреатитов, поносов.

- Синдром поражения печени и почек. Развивается при отравлении ядами, избирательно действующими на печень или почки (гепатоксические и нефротоксические яды), но может развиваться и при отравлениях другими ядами за счет синдрома полиорганной недостаточности. Проявляется в виде развития печеночной и почечной недостаточности, явлений интоксикации, олигурии, анурии, кровоточивости за счет нарушений свертываемости крови.

Основные мероприятия 1 медицинской помощи: введение антидотов, частичная санитарная обработка лица и других открытых участков тела при наличии капель отравляющих веществ, надевание противогаза или ватно-марлевой повязки, вынос из очага поражения, проведение реанимационных мероприятий, срочная эвакуация на первый этап.

Симптомы отравления и первая помощь при отравлении некоторыми аварийно-химическими опасными веществами:

Хлор

Симптомы: резкая загрудинная боль, резь в глазах, слезотечение, мучительный кашель, рвота, нарушение координации, одышка, угроза или развитие отека легких.

1-я помощь *в очаге*: надеть на пострадавшего противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную 2% раствором соды, срочно вынести его из зоны поражения; *вне очага*: снять противогаз и обмыть лицо и глаза 2% раствором соды, освободить пострадавшего от стесняющей одежды, согреть, дать кислород закапать в глаза 2% раствор новокаина, дать вдохнуть пары спирта для профилактики отека легких, при упорном кашле дать кодеин, при ларингоспазме 0,1% раствор атропина, 1 ml, затем эвакуировать на носилках с приподнятым головным концом в ОПМП.

Аммиак

Симптомы: те же, что при отравлении хлором, + мышечная слабость, выраженное возбуждение, приступы судорог, прогрессирующая сердечная недостаточность, на коже – гиперемия, зуд, могут быть ожоги глаз.

1-я помощь *в очаге*: обмыть глаза и лицо пострадавшего водой и надеть на него противогаз, обмыть открытые участки тела, срочно вынести из зоны поражения; *вне очага*: снять противогаз, обильно обмыть глаза и кожу водой, в глаза закапать 2% раствор новокаина, при ларингоспазме – 0,1% раствор атропина (1 ml), внутримышечно преднизолон, дать вдохнуть пары спирта, на пораженную кожу положить салфетки с 5% раствором лимонной кислоты, дать кислород. Согреть, затем эвакуировать в ОПМП на носилках с приподнятой головой.

Сероводород

Симптомы: слезотечение, насморк, кашель, тошнота и рвота, боли в груди, одышка, отек легких, металлический вкус во рту, холодный пот.

Полицейские газы (ирританты) – газовое оружие, используется полицейскими для разгона демонстраций.

Симптомы: кратковременная потеря боеспособности, слезоточивые газы – вызывают слезотечение, насморк, кашель, резь в глазах, покраснение кожи лица и шеи; чихательные + многократное чихание; у болевых – выраженный болевой признак. При выходе из зараженной атмосферы через 12-20 мин раздражение понижено, а покраснение кожи может сохраняться несколько часов.

Защита от отравления: фильтрующий противогаз. Аптечка с табельным противоядием (фицилином).

1-я помощь на месте происшествия: *в очаге* – надеть противогаз, при раздражающих симптомах (чих, кашель, резь в глазах) – раздавить ампулу в оранжевой оплетке (фицилин) и после ее увлажнения заложить под лицевую часть противогаза; *вне очага* – снять противогаз, промыть глаза и прополоскать рот водой, обмыть кожные покровы (2% раствор соды). Вдыхать фицилин, при попадании вещества в желудок – вызвать рвоту, выпить слабый раствор марганцовки и вызвать рвоту.

Синильная кислота (цианистый водород)

Симптомы: горечь во рту, слюнотечение, головокружение, тошнота, шум в ушах, одышка, боли в сердце, страх смерти, затем стадия удушья: удушье, потеря сознания; стадия судорожная: судороги, сознания нет, дыхание поверхностное, пульс редкий, зрачки широкие; паралитическая стадия: судорог нет, рефлексы отсутствуют, быстрое падение сердечной и дыхательной деятельности, смерть.

1-я помощь: *в очаге* – надеть на пострадавшего противогаз, раздавить ампулу амилнитрита и вложить под маску противогаза; *вне очага* – снять

противогаз, давать вдыхать амилнитрит, внутримышечно 20% раствор антициана (1ml), ИВЛ аппаратом «Амбу». Затем госпитализация в ОПМП.

Отравление взрывными газами (угарными – окись углерода, углекислый газ, нитрогазы).

Симптомы: потеря сознания, судороги, раздражение глаз, дыхательных путей, затем отек легких, симптомы «ложного опьянения».

1-я помощь: вывести, вынести из зоны заражения. Увлажненный кислород, госпитализация на носилках, при остановке дыхания – искусственная вентиляция легких, при гипоксии – холодный компресс на голову, внутримышечно кофеин, кордиамин.

ФОС (фосфорорганические соединения) – к ним относят: а) боевые отравляющие вещества – табун, зарин, зоман; б) препараты бытовой химии и инсектициды – карбофос, хлорофос и т.п.

Отравление может произойти ингаляционным путем, контактным (через кожу, пероральным через желудочно-кишечный тракт).

Симптомы: ФОС вызывает спазм гладкой мускулатуры, затем бронхоспазм, кишечные колики, сужение зрачков; ФОС действует на секреторный аппарат, обильное потоотделение, повышается слюнотечение, бронхорея (большое выделение секрета бронхами); нарушение нервной системы: дезориентация, возбуждение, помрачение и потеря сознания, состояние комы, судороги.

1-я стадия – стадия возбуждения. Головокружение, головные боли, потеря зрения, тошнота, рвота, боли в животе, чувство страха смерти, агрессивность, сужение зрачков.

2-я стадия – судорожная. Сознание заторможено или утрачено, сужение зрачков, повышенное потоотделение, брадикардия, судороги.

3-я стадия – паралитическая. Глубокая кома. Мышечная гипотония. Резкое угнетение дыхания. Терминальные патологические типы дыхания, низкое давление. Смерть наступает от остановки дыхания и сердечной деятельности.

1-я помощь *в очаге* – противогаз, введение 0,1% раствор атропина (1 ml) через одежду в мягкие ткани, вынести из зоны поражения. *Вне зоны заражения* – снять противогаз. Участки тела обработать водой или раствором соды. Удалить слизь из ротовой полости и глотки, ввести воздуховод для обеспечения проходимости верхних дыхательных путей. Атропин внутривенно медленно для расширения зрачка и снижения бронхоспазма, антогонисты ФОС (дипироксим и изонитрозол (1 ml)), при судорогах – седкусен (2 ml). Госпитализация на носилках в устойчивом боковом положении.

Наиболее распространенные острые отравления (симптоматика и неотложная помощь) См Приложение №

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку на догоспитальном этапе пораженных некоторыми химическими веществами. См. Приложение №

Радиационные поражения и защита от них

Радиационные поражения могут возникнуть при воздействии на организм проникающей радиации в результате аварий на реакторах атомных электростанций, производственных предприятий, от источников ионизирующей радиации при нарушении ТБ или повреждении системы защиты.

Облучение человека – это воздействие на организм ионизирующего излучения. Тяжесть повреждений зависит от поглощенной дозы излучения. Поглощенная доза излучения – это энергия излучения, поглощенная в единице массы вещества. Международной единицей дозы поглощения в системе СИ

является грей (Гр) = 100 рад. В зависимости от поглощенной дозы развивается костно-мозговая форма острой лучевой болезни различной степени тяжести:

до 2 Гр (грей) – легкая,

от 2 до 4 Гр – средней тяжести,

от 4 до 6 Гр – крайне тяжелая.

При дозе поглощения более 10 Гр развивается кишечная, сосудистая или церебральная формы острой лучевой болезни. Прогноз неблагоприятный, возможно наступление смерти в первые часы от начала заболевания. В зависимости от дозы и длительности облучения возникают острая и хроническая формы лучевой болезни. Течение острой лучевой болезни делится на 5 периодов:

1 – период начальных проявлений,

2 – скрытый,

3 – период разгара заболеваний,

4 – восстановительный,

5 – период остаточных явлений.

В 1-м периоде, в зависимости от дозы облучения, симптомы могут быть выражены незначительно, а могут иметь угрожающие формы. Симптомы: слабость, головная боль, головокружение, тошнота, рвота, повышенная температура, поносы, повышенное артериальное давление, а затем пониженное артериальное давление, гиперемия кожных покровов, кровоизлияния в склеры. Период первичных реакций длится от нескольких часов до 2-3 дней, в зависимости от дозы облучения. При тяжелых формах лучевой болезни – возбуждение, страх, дезориентация во времени и пространстве, помрачение сознания, возможна потеря сознания.

1-я помощь при радиационном поражении.

1. Для снятия тошноты и рвоты – этаперазин, аэрон в таблетках, внутримышечно 20% раствор диметпрамид (1 ml).

2. Для борьбы с гипертермией – внутримышечно 50% раствор анальгина.

3. При возбуждении и чувстве страха – внутримышечно 2 ml седуксена

4. Для профилактики поражения щитовидной железы – таблетки калия йодида0,125г

5. При падении артериального давления – внутримышечно 90 mg преднизолона, 2 ml кордиамина

6. Для восполнения потери жидкости и солей с рвотой и поносом – щелочное питье или внутривенно физиологический раствор NaCl

7. Для санобработки и оказания 1-ой врачебной помощи – срочная эвакуация в ОПМП в положении лежа на носилках.

Радиационная защита: противогаз, костюм, медикаментозная защита (калий-йод 1 таб. в сутки за 30 мин. до входа в зону, индлалин 3 таб. за 10 мин до входа в зону при ранней фазе аварии); при поздней фазе аварии – ферроцин – 1г 3 раза в день ежедневно до нормализации радиационной обстановки, адсобар – 25 гр на 0,5 стакана H_2O за 1 час до входа в зону, рибоксин 2 таб в день в течение всего периода работ в опасной зоне.

Особо опасные инфекции. 1-я помощь при них.

Чума, холера, туляремия, натуральная оспа, сибирская язва. См. Приложение №

Основные способы борьбы с эпидемиями:

дезинфекция;

дезинсекция;

деротация;

сан.обработка;

мероприятия по защите продовольствия и воды;

санитарно-просветительская работа;

использование индивидуальных средств защиты;

проведение экстренной неспецифической и специфической профилактики;

своевременное выявление и изоляция заболевших, проведение карантинных и обсервационных мероприятий;

карантин.

Обсервация включает: выявление и изоляцию больных, опрос и осмотр населения, эвакуацию больных в инфекционные учреждения, введения противоэпидемических мероприятий, усиление санитарно-эпидемического надзора, проведение текущей и заключительной дезинфекции;

карантинные мероприятия: запрещение выезда с территории без проведения экстренной неспецифической профилактики, запрещение контакта между населением и населенными пунктами, охрана и оцепление района, введение комендантской службы (охрана водоисточников, контроль за санитарным состоянием территорий);

организация перегрузочных и передаточных пунктов на границе очага для обеспечения снабжения населения.

В очагах особо опасных инфекций работают доврачебные бригады.

Их обязанности:выявление и изоляция больных, раздача антибиотиков для профилактики, проведение дезинфекции, забор материала от больных и доставка его в лабораторию, организация частичной или полной санитарной обработки.

Экстренная неспецифическая профилактика до идентификации возбудителя проводится антибиотиками: доксициклин или тетрациклин в течение 7 дней. Далее – специфическая профилактика.

Тема 8

Травматический шок и синдром длительного сдавливания (СДС), черепно-мозговая травма (ЧМТ)

Виды шока: болевой, кардиогенный, анафилактический, гемотрансфузионный, гиповолемический.

2 фазы шока: эректильная (возбуждения); торпидная (торможения).

Стадии торпидной фазы шока

Противошоковая терапия:

- устранение пускового механизма развития шока – остановка кровотечения, обезболивание и т.п.;

- восполнение органов центральной нервной системы с помощью реополиглюкина, полиглюкина;

- для улучшения микроциркуляции – гепарин, дроперидол;

- коррекция ацидоза – ацесоль, Na гидрокарбонат;

- стабилизация артериального давления;

- поддержание функции жизненно важных органов (дыхательных, сердечно-сосудистых, мочевыводящих и др.)

- применение спецсредств в интенсивной терапии (кардиостимуляция, электродефибрация, операции и т.д.)

Синдром длительного раздавливания (СДР)

Синонимы – синдром длительного сдавливания, миоренальный синдром, травматический токсикоз, краш-синдром.

4 степени (формы) СДР:

- *Легкая* – отмечается при сдавливании сегмента конечности в течение 3-4-х часов, характеризуется нарушением гемодинамики и отсутствием острой почечной недостаточности. Местно наблюдается умеренный отек конечности. Смертность редка.

- *Средней тяжести* – наблюдается при сдавливании нескольких сегментов конечностей или всей конечности в течение 3-4 часов. Характеризуется более выраженными нарушениями гемодинамики и развитием острой почечной

недостаточности. Выраженный отек в области сдавливания. Смертность составляет до 30%.

- *Тяжелая форма* развивается при сдавливании 1-ой или 2-х конечностей дольше 4-7 часов. Тяжелое нарушение гемодинамики, явление шока, нарушение дыхания, развитие тяжелой почечной недостаточности. Выраженный отек и разрушение тканей. Смертность достигает 70%.

- *Крайне тяжелая форма* возникает при сдавливании 2-х и более конечностей, таза и других отделов в течение 8 и более часов. Шок, повреждение почек, почечная недостаточность, нарушение гемодинамики. Местно наблюдается отек с анатомическими повреждениями. Выживаемость единична и крайне редка.

Клиническое течение СДР делится на 4 периода:

Ранний, длится до 3-х суток. Шок, острая дыхательная недостаточность, понижение диуреза. Конечность отечна, кожа бледная с багровыми участками и геморрагическими пузырями. Боли в конечности, пояснице. Моча лакового цвета или красная.

Промежуточный, длится до 1,5 месяца. В этом периоде выступают явления острой почечной недостаточности, возникает анурия. Сильные боли в пояснице, явления отека мозга + поражение легких (пневмония, сердечно-сосудистые нарушения, далее инфаркт миокарда). Отек конечностей спадает, но присоединяется гнойная инфекция, некрозы кожи и глубжележащих тканей, затем раневой сепсис.

Поздний, исчезает отек, уменьшается почечная недостаточность, заживление ран.

Остаточных явлений: атрофия мышц, контрактура суставов, невритов, хронических остеомиелитов, артритов. Функции конечности полностью восстанавливаются только у 30% пострадавших.

При СДР смерть может наступить в любом периоде болезни.

Помощь пострадавшим с СДР:

- устранить травмирующие факторы;

- устранение дыхательных нарушений;

- остановка кровотечения;

- устранение боли и психоэмоционального возбуждения;

- уменьшение поступления токсинов в кровь;

- восстановление ОКЦ и коррекция ацидоза;

- надежная иммобилизация конечности;

- обеспечение быстрой и безопасной эвакуации на II этап.

Черепно-мозговая травма

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) – синдромокомплекс повреждения черепа и головного мозга в результате механического воздействия.

ЧМТ лёгкая – сотрясение головного мозга и ушиб головного мозга легкой степени;

ЧМТ средней тяжести: ушиб головного мозга средней тяжести;

ЧМТ тяжелая: ушиб головного мозга тяжелой степени и сдавление головного мозга.

Сотрясение головного мозга – кратковременная потеря сознания, тошнота, рвота, вестибулярные нарушения, повышенное артериальное давление. Проходит в течении нескольких дней.

Ушиб головного мозга – отек мозгового вещества, повышение внутричерепного давления, возможен некроз мозгового вещества, возможно смещение головного мозга.

При ушибе тяжелой степени – нарушение сознания, вплоть до комы, частичные повреждения столовых структур за счет отека мозга.

Сдавление головного мозга – гематома, перелом черепа, отек головного мозга, нарушение сознания и стволовой симптоматики (ствол – продольный мозг, средний и промежуточный мозг).

При сдавлении головного мозга возможен скрытый период, возможны острые психические расстройства.

Помощь: обязательная транспортировка в горизонтальном состоянии.

Первая медицинская помощь:

Борьба с нарушенным дыханием: санация ротоглотки, интубация трахеи, искусственная вентиляция легких, боковое положение при бессознательном состоянии.

Борьба с отеком головного мозга: лазикс.

Борьба с гипоксией: холод к голове, седуксен, рибоксин, кислородотерапия.

Борьба с судорогами: седуксен, реланиум.

Уменьшение проницаемости сосудистой стенки – димедрол, супрастин, преднизолон.

Улучшение микроциркуляции головного мозга – реополиглюкин.

Госпитализация в нейрохирургический стационар лежа на носилках.

При открытой черепно-мозговой травме – асептическая повязка.

Тема 9

Термические поражения

Термические поражения – общее перегревание организма, ожоги, замерзание, отморожение, электроожоги.

Ожог – это повреждение кожи, слизистых оболочек и глубжележащих тканей, вызванное чрезвычайным воздействием: высокой температурой, химическими веществами, электричеством или лучевой энергией.

Классификация ожогов по причине возникновения

Таблица 1

Вид ожога	Причина
Термический	Пламя, пар, горячие жидкости, расплавленный металл, нагретые предметы
Химический	Кислоты, щелочи, фосфор, средства бытовой химии
Электрический	Источник электрического тока, молния, солнечная радиация
Лучевой	Световое излучение ядерного взрыва, электросварка

Классификация по степени ожогов:

1 степень – поврежден поверхностный слой эпидермиса.

Симптомы: краснота, отек, боль в очаге поражения.

II степень – поражается вся толща эпидермиса до ростовой зоны.

Симптомы: краснота, боль, отек, образование пузырей с серозным содержимым.

IIIа степень – повреждены эпидермис, ростковая зона и часть дермы.

Симптомы: эпидермис отсутствует (слущивается) мягкие покровные ткани отечны, поверхность белесовато-серой окраски, сосудистый рисунок отсутствует, болевая и тактильная чувствительность снижены.

IIIб степень: некроз кожных покровов, имеющих вид плотных сухих буровато-коричневых струпов с различным в их толще рисунком тромбированных подкожных вен. Струп не берется в складку, спаян с подлежащими тканями. Болевая и тактильная чувствительность отсутствуют.

IV степень: некроз кожи и глубжележащих тканей (подкожная клетчатка, фасции, мышцы, кости).

Клиническое течение ожогов:

I ст. – быстро регенерируется

II ст. – восстановление кожных покровов в течение 8-12 дней

IIIа ст. – заживление до 30 дней. Через 2-3 месяца новая кожа почти не отличается от здоровой.

IIIб и IV ст. – заживление начинается с 4 недели (до 4-6 недель отторжение мертвых тканей). Заживление происходит только рубцеванием.

Ожоговый шок – это общая реакция организма на сверхсильный раздражитель в виде болевого раздражения кожных нервных окончаний травмирующим агентом. 2 фазы шока: эректильная (возбуждение) и торпидная (торможение).

Клиническая (картина) характеристика торпидной фазы ожогового шока

Таблица

Признаки	1 степень Легкий шок	2 степень Тяжелый шок	3 степень Крайне тяжелый шок
Сознание	Ясное	Пострадавший заторможен	Спутанное или отсутствует
Кожные покровы	Обычные	Бледные, легкий цианоз губ, ногте-вых лож	Серые, пепельные, выражен цианоз губ, ногтевых лож
Рвота	Редкая	Частая	Очень частая
Жажда	Да	Да	Да
Температура тела	Нормальная	Пониженная	Пониженная
Дыхание	Нормальное	Учащено	Частое, поверхностное
Пульс	90-100	100-120	120-140
Артериальное давление,сис-толическое	Нормальное или 100-90 мм. рт.ст	90-80 мм. рт.ст.	Ниже 80 мм. рт.ст

Ожоговая болезнь:

- ожоговый шок;

- острая ожоговая токсемия;

- септикотоксемия;

- период выздоровления (реконвалесценция).

Острая ожоговая токсемия – 2-ой период ожоговой болезни

Ожоговая токсемия – это токсическая фаза течения болезни. Продукты распада тканей поступают в кровь, приводя к эндогенной интоксикации (внутри отравления организма). Кроме этого, в отравлении участвуют продукты жизнедеятельности инфекции, быстро развивающейся на ожоговых ранах. Острая ожоговая токсемия продолжается около 2-х недель.

Клиника: высокая лихорадка, нарастает анемия, спутанность сознания, иногда судороги, бессонница, понижение аппетита, раздражительность. Инфекционные осложнения – пневмония, стоматиты, отиты, диспепсии.

Септикотоксемия – 3-й период ожоговой болезни. Во время септикотоксемии в кровь попадают не только токсины, но и сами патогенные микроорганизмы. Развивается ожоговый сепсис. Микроорганизмы, циркулируя в крови, могут оседать в любом органе, вызывая гнойные метастазы в виде абсцессов, плевритов, менингитов. Этот период часто осложняется гепатитами, перикардитами, нефритами. Любое из этих осложнений может привести к гибели пострадавшего. Только восстановление кожного покрова может быть гарантией ликвидации всех патологических процессов в организме.

Выздоровление начинается с момента полного самостоятельного или оперативного восстановления кожного покрова. Продолжается неопределенно долго – лечение осложнений: рубцов, контрактур, тугоподвижности в суставах.

1-я медицинская помощь при ожогах и лечение ожогового шока

Чем выше температура травмирующего агента и чем дольше контакт с ним, тем обширнее и глубже термическое поражение. Исходя из этого положения, первое и главное мероприятие при оказании помощи пострадавшему – это устранение действия травмирующего фактора.

При ожоге кипятком, горячей жидкостью, смолой надо быстро снять пропитанную горячей жидкостью одежду. При этом нельзя отрывать приставшие к коже участки одежды, следует осторожно обрезать одежду ножницами. После этого длительно, в течение нескольких минут, надо охлаждать пораженную зону под струей холодной проточной воды. Известно, что повреждающее действие продолжается еще какое-то время после обваривания, так как высокая температура сохраняется в глубоких слоях кожи.

При ожоге пламенем следует прежде всего потушить на пострадавшем пламя, завернув его в плотную ткань, не пропускающую воздух. Если пострадавший пытается бежать, его надо любыми способами остановить, так как при беге пламя на одежде разгорается еще сильнее от притока воздуха. Когда пламя потушено, надо также осторожно, как при ожоге кипятком, снять одежду и охладить обожженные места.

Нельзя применять повязки с мазями, жирами, маслами. Они загрязняют ожоговую поверхность и являются питательной средой для микроорганизмов.

Нельзя применять красящие вещества: марганцевокислый калий, синьку, зеленку. Они затрудняют определение глубины ожога при осмотре.

Нельзя применять порошки – соду, крахмал, а также мыло и сырые яйца. Они образуют на ожоговой поверхности трудно снимаемую пленку и также являются питательной средой для микроба.

При химических ожогах в течение 15-20 минут следует обмывать пораженные участки проточной водой, чтобы полностью удалить с поверхности кожи травмирующий агент. После этого при ожоге кислотой надо наложить стерильную повязку, смоченную 5%-ным раствором соды. При ожоге щелочью – салфетку, смоченную 2%-ным раствором борной кислоты или столовым уксусом. Ни в коем случае нельзя применять эти средства без предварительного промывания водой, иначе на поверхности кожи произойдет химическая реакция между кислотой и щелочью, что еще больше усилит степень поражения.

При ожоге пищевода кислотой или щелочью надо дать пострадавшему выпить большое количество чистой воды (1-1,5 литра), чтобы разбавить концентрацию химического вещества. После этого пораженный должен глотать кусочки льда, есть мороженое, принимать по чайной ложке подсолнечное масло для уменьшения боли. С той же целью на область грудины кладут пузырь со льдом. Промывать желудок следует осторожно из-за возможности перфорации (прорыва) стенок пищевода или желудка.

На догоспитальном этапе, после того как устранено действие травмирующего фактора, мероприятия по оказанию помощи обожженным можно разделить на купирование общих проявлений ожоговой травмы и уменьшение тяжелых последствий местных изменений.

Если для уменьшения последствий местных изменений можно ограничиться асептическим закрытием ожоговых ран, то при коррекции общих проявлений ожоговой травмы первостепенное значение имеют полноценное обезболивание любыми доступными на догоспитальном этапе средствами и восполнение потери объема циркулирующей плазмы препаратами гемодинамического действия: полиглюкином, реополиглюкином, желатинолем, гелофузином.

Нельзя забывать о быстром развитии ацидоза, для его коррекции следует использовать щелочные растворы – ацесоль, лактасоль. Отмечено, что чем раньше начато восполнение плазмопотери, тем легче протекает ожоговый шок.

Замерзание – общее переохлаждение организма при длительном пребывании на холоде, особенно в сырую ветреную погоду. Сложная биологическая реакция, координируемая и контролируемая центральной нервной системой и особенно головным мозгом.

В процессе замерзания *выделяют четыре стадии*:

1) наблюдаются нарушения нервной деятельности без снижения температуры тела;

2) адинамическая – температура тела снижается до 30^0С, появляются мышечная дрожь, общая слабость, затрудняется речь, замедляется мышление, артериальное давление повышено;

3) ступорозная – ослабляется и замедляется дыхание, пульс едва прощупывается, температура тела опускается до 29-25^0С, возможна потеря сознания, артериальное давление понижено;

4) судорожная – температура тела снижается до 24-23^0С, исчезают сухожильные рефлексы, болевая и тактильная чувствительность, зрачки узкие, возможны судороги. Падение температуры до 20-17^0С ведет к необратимым поражениям головного мозга и к гибели организма.

Оказание доврачебной помощи заключается в отогревании пострадавшего (температура источника тепла не более 40-41^0С), при необходимости проводят искусственное дыхание. Прием алкоголя, особенно в 3-й и 4-й стадиях, противопоказан (ведет к угнетающему действию на высшие отделы центральной нервной системы). Нельзя вводить аналептики (кордиамин!), можно атропин, раствор глюкозы, Na гидрокарбонат, реополиглюкин, преднизолон, реланиум, интубация трахеи, искусственная вентиляция легких.

Отморожение – повреждение живых тканей организма человека в результате воздействия низких температур атмосферного воздуха, особенно при ветре. Поражаются открытые или плохо защищенные участки тела.

Различают 4 степени отморожения:

1-я – наблюдается изменение цвета кожи (багрово-красного или синюшного цвета), поверхностный слой кожи может шелушиться, конечности холодные;

2-я – на поверхности поврежденной кожи отчетливо видны пузыри с прозрачным или кровянистым содержанием, пострадавший испытывает значительную боль;

3-я – сильная боль, омертвление всех слоев кожи, пузыри на пораженных участках содержат темно-красную жидкость;

4-я – омертвление кожи и подлежащих тканей и костей, общее состояние пострадавшего тяжелое.

Отморожению чаще подвергаются уши, нос, щеки, нижние и верхние конечности. Нижние конечности поражаются в 70,7%, верхние – в 26,3%, лицо – в 0,8% случаев.

При отморожении 1-й и 2-й степени следует растирать пораженные участки теплыми, чистыми и сухими руками или мягкой тканью. Использование для растирания снега и льда недопустимо. При 3-й и 4-й степенях отморожения наложить стерильную повязку с синтомициновой эмульсией, конечности должны быть обездвижены.

Общее перегревание организма

При высокой температуре окружающего воздуха основная роль в сохранении постоянной температуры тела принадлежит коже. Испарение 1 литра воды ведет к потере тепла = 580 кал. Перегреву способствует и целый ряд факторов: большая физическая нагрузка, нехватка воды, переедание (особенно белковой пищи), алкогольная интоксикация, ожирение, заболевания и др.

В зависимости от степени тяжести классификация по поражениям:

- *легкая степень*: слабость, недомогание, жажда, шум в ушах, сухость во рту, головокружение, может быть тошнота, рвота;

- *средняя степень*: высокая температура тела (до 39-40^0 С), заторможенность или кратковременная потеря сознания. Кожные покровы влажные, тонус мышц понижен;

- *тяжелая степень*: (тепловой удар). Сначала нарушение психики (галлюцинации, бред, психомоторное возбуждение), затем потеря сознания, температура тела 40-42^0 С. Кожа и слизистые сухие. Зрачки расширены, реакция на свет вялая или отсутствует. Пульс 140-160 ударов в минуту. Дыхание патологическое.

Первая помощь:

При легкой и средней тяжести поместить в прохладное помещение (тень), пузырь со льдом, обильное питание.

При тяжелой степени подкожно 20% раствор камфоры, 2 ml раствора кордиамина, при нарушенном дыхании – 1 ml 1 % раствора лобелина. При необходимости – искусственная вентиляция легких.

Электротравма - поражение разрядом электрического тока или молнии, сопровождающееся глубокими изменениями со стороны центральной нервной системы, дыхательной и сердечно-сосудистой систем в сочетании с местными повреждениями.

Действия тока на организм и его последствия

Таблица

Действие тока	Последствия
Электрохимическое	Коагуляция белка клетки: некроз тканей, ожоги
Тепловое	Термическая травма: обугливание

Механическое	Расслоение тканей: отрывы частей тела и конечностей
Биологическое	Возбуждение скелетной и гладкой мускулатуры: боль, судороги, спазм дыхательных мышц, спазм артериол, гипоксия тканей, остановка дыхания и сердца.

Классификация электротравмы (по тяжести):

- легкая – судороги без потери сознания и без нарушений дыхания и сердечной деятельности;

- средней тяжести – судороги, потеря сознания, без нарушения дыхания и сердечной деятельности;

- тяжелая – судороги , потеря сознания, нарушение сердечной деятельности, нарушение дыхания;

- крайне тяжелая – под воздействием тока мгновенно развивается состояние клинической смерти

Помощь при электротравме:

Источник тока убрать. Следует защитить себя токонепроводящими материалами: резиной, сухим деревом, сухой хлопчатобумажной одеждой. Сухой палкой откинуть провод.

Медикаментозное лечение: обезболивающие, реополиглюкин, лидокаин, лазикс, кислород, асептические повязки. Местное лечение ожогов.

ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Крупнейшие техногенные аварии и стихийные бедствия конца 80-х голов, серьезные организационные и лечебные проблемы по преодолению их медико-санитарных последствий послужили основой для развития и организации службы оказания экстренной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях. (Приложение №)

В Российской Федерации, по статистике, ежегодно стихийные бедствия, аварии, катастрофы, эпидемии уносят более 50 тыс. человеческих жизней, причиняют ущерб здоровью более 250 тыс. человек.

Не исключением является и Свердловская область. Медико-тактическая обстановка в области была и остается напряженной: взрыв на станции Свердловск-Сортировочная (1988 г.), наводнение в г. Серове (1994 г.), пожар в г. Верхотурье (1994 г.), крупные транспортные аварии. Ежегодно на территории области регистрируется до 5-7 крупных вспышек инфекционных заболеваний.

Область высоко урбанизирована, насыщена промышленными объектами повышенной опасности. В числе 103 потенциально опасных предприятий – Белоярская атомная электростанция, предприятия военного комплекса, использующие в производстве радиоактивные вещества, 20 городов, где функционируют 78 химических предприятий с запасами ядовитых сильнодействующих веществ в количестве от сотен до тысяч тонн. В зонах повышенного радиационного риска проживает 2,3 млн. чел., из них только в зоне Белоярской АЭС – 715 тыс. чел., а в химически опасных районах - 3 166 тыс. чел. Отмечается высокий риск паводковых наводнений, лесных и торфяных пожаров. В области имеется международный аэропорт, развитая сеть транспортных

магистралей, газопроводы республиканского значения, создающие реальную опасность возникновения техногенных катастроф.

В соответствии с постановлениями Совета Министров РСФСР от 14 июня 1990 г. № 192 "О создании службы экстренной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях" и постановлением № 235 от 28.09.93 Главы Администрации Свердловской области в г. Екатеринбурге в 1993 году создан областной центр медицины катастроф и неотложных состояний (ЦМК). Устав Центра зарегистрирован 25.02.94 г.

Изначально при создании Центра были заложены основные принципы его работы:

во-первых, Центр – это самостоятельное учреждение, которое должно иметь в своем составе оперативно-диспетчерскую службу и бригады постоянной готовности различного профиля, способные в любое время выдвинуться к месту ЧС;

во-вторых, медицинские работники Центра должны быть его штатными сотрудниками и работать в базовых медицинских учреждениях, оказывающих неотложную медицинскую помощь в повседневном режиме;

в третьих, Центр должен иметь оперативно-тактический резерв медикаментов и медицинского оборудования, необходимого для оказания помощи в ЧС, иметь собственный транспорт различного назначения и высокоорганизованную связь для своевременного оповещения и сбора персонала, а также решения оперативных вопросов в различных ситуациях.

Деятельность Центра должна осуществляться в двух режимах: *режим повседневной деятельности*, т.е. оказание помощи больным находящимся на лечении в ЛПУ области, и *режим ЧС*.

Именно такой подход к созданию Центра, как показало будущее, оказался наиболее оправданным. Результатом этой работы стало создание учреждения здравоохранения нового типа, способного одновременно к работе как в повседневном режиме, так и в чрезвычайных ситуациях.

С начала 1994 года, когда началась фактическая работа Центра, особенность ситуации заключалась в том, что все эти вопросы необходимо было решать одновременно. Администрация центра занималась формированием отделов Центра, подбором штата сотрудников, было подобрано здание и начаты его реконструкция и ремонт, создавался резерв медикаментов и изделий медицинского назначения оперативно-тактического назначения.

Структура Центра (Приложение №) включает в себя администрацию, отдел экстренной и плановой лечебно-консультативной помощи, организационно-методический и отдел ресурсного обеспечения. С 1998 г. начал функционировать отдел организации службы скорой медицинской помощи Свердловской области. Основной целью работы отдела является улучшение организации работы учреждений службы скорой медицинской помощи по оказанию населению Свердловской области экстренной медицинской помощи на догоспитальном этапе.

Основной структурной единицей является отдел экстренной и плановой лечебно-консультативной медицинской помощи (ЭПЛКМП). В настоящее время в отделе работают: хирурги, травматологи, анестезиологи, инфекционисты, невропатологи, ЛОР-врачи; врачи-эндоскописты и специалисты УЗИ, акушеры-гинекологи; операционные медицинские сестры, медицинские сестры-анестезистки.

Задачи отдела ЭПЛКМП:

1. Ликвидация медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) в Свердловской области.

2. Оказание экстренной квалифицированной и специализированной лечебно-консультативной медицинской помощи ЛПУ области.

3. Оказание плановой квалифицированной помощи ЛПУ области путем замещения временно отсутствующих штатных специалистов.

4. Внедрение новых медицинских технологий и обобщение передового отечественного и зарубежного опыт организации оказания экстренной медицинской помощи.

Врачи и средний медицинский персонал работают на клинических базах г. Екатеринбурга: ГКБ СМП, 14 ГКБ. 24 КГБ, ОКБ № 1, 36 ГБ, 23 ГБ, 39 ДГБ. Из медицинского персонала сформировано *6 бригад постоянной готовности (БПГ).* Состав БПГ: травматолог, хирург, анестезиолог, операционная м/с., анестезистка. Они несут круглосуточные дежурства по графику на базе своих стационаров сверх основного их штата.

В повседневном режиме БПГ оказывает экстренную помощь по линии «санитарной авиации», в ЧС основными задачами БПГ являются:

- своевременный сбор и прибытие БПГ в заданный район (время готовности к выезду 1 час);

- организация и осуществление медицинской сортировки пострадавших;

- организация и оказание всех видов медицинской помощи пострадавшим (работа в противошоковом модуле, операционной, перевязочной, на эвакуационной и сортировочной площадках);

- осуществление организационно-методической и консультативной помощи специалистам ЛПУ;

- проведение эвакотранспортной сортировки пострадавших, нуждающихся в лечении на базе специализированных центров г. Екатеринбурга.

Для работы в условиях ЧС БПГ располагает специальными медицинскими укладками, обеспечивающими оказание помощи в течение 24 часов 300 пострадавшим от различных видов травмирующих агентов.

Второй «боевой» единицей отдела ЭПЛКМП стала созданная также в 1994 году *специализированная выездная реанимационная бригада (СВРБ).* Состав: врач реаниматолог, фельдшер-анестезист. Бригада имеет в своем распоряжении реанимобиль, оснащенный необходимым медицинским оборудованием, которое позволяет проводить реанимационные мероприятия во время транспортировки тяжелых больных:

аппарат искусственной вентиляции легких «ФАЗА-11» – транспортный вариант;

кардиомонитор «ТРИТОН», позволяющий снимать электрокардиограмму, следить за оксигенацией, пульсом и артериальным давлением;

медикаментозный ящик;

медицинский атмос;

дефибриллятор;

вакуумный матрац для транспортировки тяжелобольных и больных со спинальной травмой;

многофункциональные носилки;

кардиограф переносной;

аппарат искусственной вентиляции легких «ОКСИЛОГ»;

набор медикаментов и инструментальных наборов для работы на границе очага ЧС;

инструментальные наборы для проведения медицинской разведки в очагах ЧС (набор-лаборатория «ПЧЕЛКА»).

средства индивидуальной защиты (противогазы, спец. костюмы) для обеспечения безопасности бригады.

СВРБ работает в круглосуточном режиме. Разница между бригадами СВРБ и бригадами скорой помощи состоит в том, что транспортировка тяжелых больных из области занимает, порой, 3-5 часов. Задачи, возлагаемые на бригаду СВРБ, состоят в поддержании витальных функций организма тяжелобольного.

Комплекс реанимационных мероприятий по системе АВС включает в себя: санацию полости рта, искусственную вентиляцию легких, непрямой массаж сердца.

МАССАЖ СЕРДЦА (НЕПРЯМОЙ, НАРУЖНЫЙ, ЗАКРЫТЫЙ).

Показания. Внезапная остановка сердца (асистолия), фибрилляция.

Противопоказания: множественные переломы ребер в переднем отделе грудной клетки, ранение сердца, обширные проникающие ранения левой половины грудной клетки, явные признаки биологической смерти (симптом «кошачьего зрачка» и др.).

Техника. Эффективный массаж сердца можно проводить только в том случае, если больной лежит на жесткой поверхности. При проведении массажа на улице больного укладывают спиной на асфальт или жесткие носилки, при проведении массажа в помещении – на пол или длинный стол. Если остановка сердца произошла у больного, находящегося в мягкой кровати, опускают изголовье (убирают подушки), под спину подкладывают поднос, лист фанеры и т.п. Массаж сердца может быть успешным только при одновременном проведении искусственного дыхания.

Непрямой массаж сердца, проводимый одним человеком. Пострадавшего укладывают на спину, запрокидывают ему голову. Платком или марлей очищают полость рта, делают 3-5 дыханий методом рот-в-рот, рот в нос. Располагаются

слева от больного или опускаются на колени, если он лежит на полу (на земле). На нижнюю треть грудины кладут ладонь левой руки, а сверху нее – ладонь правой руки. Надавливают на грудину достаточно сильно, чтобы она опустилась приблизительно на 5 см, затем задерживают на мгновение в этом положении и быстро отпускают. Цикл (надавливание – отпускание) должен составлять несколько меньше секунды. Через каждые 15 циклов делают 2 частых дыхания методом рот-в-рот или рот-в-нос. Признаком эффективности массажа является сужение ранее расширенных зрачков, появление фибрилляции желудочков, а затем и редких сердечных сокращений, восстановление спонтанного дыхания. Массаж продолжают до полного восстановления сердечной деятельности, появления отчетливых сердцебиений и пульса на периферических артериях.

Непрямой массаж сердца, проводимый бригадой: врач, медсестра и парамедик-водитель).

Укладывают больного на спину, очищают полость рта, запрокидывают голову, накладывают маску и начинают искусственную вентиляцию легких кислородом. Врач располагается слева от больного и начинает ритмически надавливать на нижнюю треть грудины с частотой 60 циклов в минуту. На каждые 5 циклов (надавливаний) делают один вдох мешком дыхательного аппарата. Показателем правильности массажа является ощущение пульсовой волны на сонной или бедренной артерии при каждом надавливании. Одновременно с этим вводят внутривенно одним шприцем 0,1% раствор адреналина (0,5 мл) и другим шприцем – 4% раствор бикарбоната натрия (40 мл). Затем, не вынимая иглы, подключают к ней одноразовую систему для переливания кровезаменителей и крови и начинают переливать 250 мл 4% раствора бикарбоната натрия частыми каплями. Подключают электрокардиограф или кардиомонитор, пульсоксиметр и начинают непрерывную запись в одном из стандартных отведений. В трубку системы вводят 60-90 мг (в зависимости от массы тела больного) преднизолона.

Все эти мероприятия занимают около 8-10 мин. Если продолжается асистолия, внутрисердечно вводят 1 мл 0,1% раствора адреналина и 10 мл 10% раствора хлорида кальция. Если появляются фибрилляции, в вену вводят 0,5 мл 0,1% раствора атропина. Не прерывая непрямой массаж сердца и искусственную вентиляцию легких, во вторую вену (на другой руке или ноге) начинают струйно переливать 400 мл 40% раствора глюкозы с добавлением 32 ед. инсулина. Если продолжается фибрилляция сердца, производят дефибрилляцию. Массаж сердца прекращают только после восстановления ритмичных сокращений сердца и стабилизации систолического АД на уровне 70-80 мм рт.ст. или при отсутствии сердечных сокращений в течение 15 мин. В пути следования продолжают искусственную вентиляцию легких кислородом, инфузионную и кардиотоническую терапию в зависимости от характера повреждений.

Непрямой массаж сердца у детей. У детей грудная стенка эластична, поэтому непрямой закрытый массаж сердца выполняют с меньшими усилиями и с большей эффективностью. У новорожденных и грудных детей надавливания производят в средней трети грудины большими пальцами рук. У старших детей непрямой массаж сердца производят ладонью одной руки. В соответствии с возрастом ребенка снижают дозы вводимых медикаментозных средств.

Осложнения. Наиболее легкие осложнения: гематомы грудной стенки в месте приложения рук реаниматора; изолированные переломы одного или двух ребер. Специального лечения эти осложнения не требуют. У пожилых пациентов с регидной грудной стенкой встречаются множественные переломы ребер и даже повреждения легких с развитием закрытого пневмоторакса. Как казуистика описаны случаи повреждения печени, селезенки, желудка. Они отмечены при грубых манипуляциях, проводимых необученными или малоквалифицированными людьми.

В повседневном режиме СВРБ оказывает консультативную помощь ЛПУ расположенным рядом с городом Екатеринбургом, транспортирует тяжелых больных, доставляемых санитарным авиатранспортом.

В чрезвычайных ситуациях основными задачами СВРБ являются:

Оценка и контроль (медицинская разведка) оперативной медико-тактической обстановки в районе ЧС.

Координация деятельности сил экстренной медицинской помощи на месте ЧС.

Координация деятельности сил и средств медицинской службы и аварийно-спасательных формирований при ликвидации медицинских последствий ЧС на догоспитальном этапе.

Оказание экстренной квалифицированной помощи при неотложных состояниях с использованием в необходимом объеме современных диагностических, лечебных и реанимационных мероприятий, доступных на догоспитальном этапе.

Транспортировка в стационары больных и пораженных с одновременным проведением в салоне медицинского транспорта лечебных и реанимационных мероприятий, необходимых для восстановления и поддержания жизненно важных функций организма.

Параллельно с созданием отдела экстренной и плановой лечебно-консультативной медицинской помощи в структуре организационно-методического отдела создавалась оперативно-диспетчерская служба (ОДС).

ОДС – как структурная единица ЦМК была организована в 1994 году. Работа ОДС, как и работа всего центра, осуществляется в двух режимах: повседневном и режиме ЧС. В состав службы входят: врач, фельдшер-диспетчер, фельдшер-диспетчер связи. В функциональные обязанности фельдшера входят:

знание географии Свердловской области, алгоритмов поведения при различных видах ЧС, знание основных признаков патологических состояний.

Режим повседневной деятельности – это выполнение заявок на оказание экстренной лечебной и консультативной медицинской помощи больным находящимся в ЛПУ области. Режим ЧС подразумевает сбор первичной и последующей информации, организация выездов СВРБ и БПГ, оповещение административных структур, соответственно алгоритму, разработанному для всех видов ЧС, организация работы медицинского штаба по ликвидации ЧС, межведомственной комиссии в помещении зала управления центра.

Служба оснащена современными средствами проводной и беспроводной связи, в ее составе работает оператор собственной пейджерной сети Центра, а с установкой в ЦМК и НС мини-АТС с микросотовой системой были решены задачи организации конференций для нескольких абонентов и фиксации телефонных разговоров для последующего разбора адекватности принятых решений.

С помощью внедрения средств персонального вызова, использования скоростных санитарных автомобилей-иномарок, организации дополнительных вертолетных площадок вблизи основных баз эвакуации больных в г. Екатеринбурге обеспечивается решение задачи доступности и своевременности оказания экстренной медицинской помощи больным и пораженным, уменьшения риска транспортировки и одновременно снижения затрат на нее.

Сегодня в ЦМК круглосуточно дежурят 4 санитарных автомобиля, оборудованных необходимой дыхательной и следящей аппаратурой:

аппарат искусственной вентиляции легких «ФАЗА-11» – транспортный вариант;

кардиомонитор «ТРИТОН», позволяющий снимать электрокардиограмму, следить за оксигенацией, пульсом и артериальным давлением;

медицинский атмос;

дефибриллятор;

многофункциональные носилки;

Т.е. каждый автомобиль, при необходимости, может стать реанимобилем для транспортировки тяжелых больных.

Для приближения медицинской помощи к населению, сокращения сроков выполнения санитарного задания один санитарный вертолет базируется на севере области в г. Серове.

За прошедшие годы в Центре отработан механизм перевода его в режим ЧС: оповещение, сбор, выезд бригады медицинской разведки и БПГ, работа штаба и межведомственной комиссии по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС. При возникновении чрезвычайной ситуации по решению директора или указанию министерства здравоохранения области, может быть использован резерв медикаментов и медицинского имущества на 300 пораженных и мобильный лечебный комплекс центра.

С целью повышения оперативности наших действий в ЧС особое внимание уделяется проведению командно-штабных и тактико-специальных учений, таких как «Комплексное тактико-специальное учение по ликвидации медико-санитарных последствий крупной техногенной аварии на железнодорожном транспорте», «Организация взаимодействия и работы МОСН, сил и средств здравоохранения области, других Министерств и ведомств Уральского региона в период ЧС – массовая травма». В этом направлении накоплен большой опыт взаимодействия с медицинским отрядом специального назначения УрВО.

Впервые в России было проведено совместное учение двух территориальных ЦМК – Свердловского и Пермского – по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС при крупной авиационной катастрофе – более 300 пострадавших.

Еще одним направлением деятельности врачей и среднего медицинского персонала Центра стала разработка различных видов медицинских укладок (аптечек) первой медицинской помощи. Эти разработки основывались на личном опыте оказания первой медицинской помощи больным и пострадавшим. В настоящий момент несколько вариантов укладок, таких как: офисная, командировочная, семейная, транспортная, спасателя сертифицированы и на них имеется устойчивый спрос со стороны различных категорий населения.

В течение всех лет деятельности ЦМК большое внимание уделялось развитию средств связи. Именно на группу связи возлагается обеспечение оповещения и управления силами и средствами центра при ликвидации медицинских последствий ЧС.

На сегодняшний день центр располагает гаражом с 33 единицами техники. Это специализированный радиофицированный санитарный автотранспорт, оборудованный реанимационной аппаратурой, автооперационная и перевязочная, машина связи, вездеходные санитарные средства.

Тема 11

РАБОТА МОБИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА (МЛК)

на примере техногенной чрезвычайной ситуации (массовая травма)

В конце 1995 г. в Центре медицины катастроф и неотложных состояний Свердловской области был создан мобильный лечебный комплекс (МЛК), который является подвижным лечебным формированием и предназначен для

оказания медицинской помощи пострадавшим в различных чрезвычайных ситуациях (ЧС) на догоспитальном этапе медицинской эвакуации.

МЛК ЦМК Свердловской области предназначен для оказания первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи пострадавшим в ЧС, вызванных природными, техногенными, социальными и другими причинами (Приложение №).

Задачи МЛК:

оперативное выдвижение в район ЧС и быстрое развертывание на границе очага ЧС;

медицинская сортировка пострадавших в ЧС;

оказание пострадавшим первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи;

подготовка пострадавших к эвакуации по назначению;

оказание практической помощи лечебному учреждению, ведущему массовый прием пострадавших из района ЧС;

организация связи территории, где произошла ЧС, с областным штабом по ликвидации последствий ЧС.

МЛК располагает следующими техническими средствами:

автомобилями «HYNDAI – GALOPER» (для руководителя комплекса, руководителя колонны),

«Урал-4320» с прицепом – передвижная операционная с готовым к работе оборудованием и медикаментами,

«ЗИЛ-131» (для перевозки спец. автотранспорта и оборудования);

автобусом «КАВЗ-3962» для перевозки личного состава МЛК;

двумя автомобилями «УАЗ-3962» для перевозки оборудования и медицинских укладок;

командно-штабной машиной «ГАЗЕЛЬ», где располагается передвижная радиостанция:

тремя автомашинами «ГАЗ-2413» для транспортировки пострадавших и решения оперативных вопросов; комплексу также могут быть приданы от 3 до 5 автомобилей «HYNDAI H–100» (санитарный вариант для транспортировки пострадавших);

пневмокаркасный модуль.

Следует отметить, что по прибытии на место и окончании развертывания МЛК водители и технический персонал работают санитарами-носильщиками. Все они прошли обучение по курсу специальной подготовки парамедиков.

Для оснащения мобильного комплекса необходимы медикаментозные и инструментальные укладки. Учитывая специфику работы ЦМК, необходимо постоянное наличие запаса стерильных наборов инструментов. Автоклавирование исключается (никто не объявит заранее о времени ЧС), да и срок стерильности после автоклавирования – трое суток, и экономические затраты достаточно высокие. В связи с этим ЦМК заключил договор с Белоярской Атомной Станцией о стерилизации инструментальных наборов, перевязочного материала и изделия медицинского назначения путем *ГАММА*-облучения. ЦМКиНС является единственным лечебным учреждением в Свердловской области, которое проводит стерилизацию самым прогрессивным методом. Преимущества этого способа стерилизации состоят в том, что срок стерильности инструментальных пакетов – три года, при контроле стерильности, апирогенности и не токсичности каждый год. Комплектация стерильных инструментальных укладок проводился по принципу – РАЗОВЫЙ ПАКЕТ.

Состав набора:

инструменты,

изделия медицинского назначения,

перевязочный материал,

операционное белье.

После предстерилизационной обработки, набор запаивается в два полиэтиленовых пакета, и подвергается радиационной обработке. Стерильные комплекты укладываются непосредственно в операционную, перевязочную, что обеспечивает минимальное время подготовки к началу приема пострадавших.

Исходя из вышеуказанного принципа, созданы следующие наборы:

наборы для катетеризации центральных вен детские и взрослые (подключичные наборы),

наборы ПХО (для первичной хирургической обработки),

наборы для венесекции,

ляпаратомные наборы,

трахеостомические наборы,

наборы для операций на грудной клетке,

трепанационные наборы,

ампутационные наборы,

наборы для операций на сосудах.

Дальнейшая работа по комплектованию и формированию укладок продолжается.

Ниже рассматривается деятельность подразделений МЛК по оказанию медицинской помощи больным и пострадавшим в условиях чрезвычайных ситуаций.

СОРТИРОВОЧНАЯ ПЛОЩАДКА.

В чрезвычайной ситуации всегда имеет место несоответствие между потребностью в медицинской помощи и возможностью ее оказания. Следует иметь в виду, что 25—30% среди пораженных нуждается в неотложных лечебных мероприятиях, которые наиболее эффективны именно в первые часы после травмы. Возникает жестокая необходимость выбора, при котором отдавать приоритет приходится в первую очередь тем тяжело пораженным, кто имеет шансы выжить. Одним из административных приемов действия в этих условиях Н. И. Пирогов предложил метод «Медицинской сортировки».

Опыт работы медицинского персонала в районах катастроф подтверждает важность фактора времени при оказании медицинской помощи пораженным. Оказывая медицинскую помощь первому пораженному попавшемуся на глаза или подряд всем пораженным, медицинский персонал наносит непоправимый ущерб, способствует необоснованной гибели пораженных, которых можно было бы спасти. В этом случае природа сама выполняет жестокую работу врача по сортировке.

Основная задача медицинского персонала в экстремальной обстановке состоит в выявлении среди пораженных «. . . тех, у кого своевременная медицинская помощь способна преодолеть недуг, а также тех, кого уже нельзя спасти в силу получения повреждений, несовместимых с жизнью, и смерть у которых в ближайшие дни неизбежна» (Е. И. Смирнов).

Медицинская сортировка является одним из важных условий для оптимальной реализации системы оказания медицинской помощи пораженным, когда она вынужденно разделяется по времени и на местности на ряд ее видов до поступления пораженного в лечебное учреждение.

Медицинская сортировка – метод распределения пострадавших на группы по принципу нуждаемости в однородных лечебно-профилактических и эвакуационных мероприятиях в зависимости от медицинских показаний и конкретных условий обстановки. Цель сортировки, ее основное назначение, состоит в том, чтобы обеспечить пораженным своевременное оказание медицинской помощи и рациональную эвакуацию. Медицинская помощь считается своевременной лишь тогда, когда она спасает жизнь пораженному и предупреждает развитие опасных осложнений.

В очаге поражения, на месте, где получена травма, выполняются простейшие элементы медицинской сортировки в интересах оказания первой медицинской помощи. По мере прибытия в район бедствия медицинского персонала (в нашем случае, - бригады БПГ) сортировка продолжается и углубляется.

Процесс медицинской сортировки изменяется в зависимости от вида и объема оказываемой медицинской помощи. Объем же медицинской помощи в свою очередь определяется не только медицинскими показаниями и квалификацией медицинского персонала, но главным образом условиями обстановки.

Виды медицинской сортировки

В зависимости от решаемых задач, принято целесообразным выделение двух видов медицинской сортировки:

внутрипунктовой,

эвакуационно-транспортной.

Внутрипунктовая сортировка пострадавших на этапах медицинской эвакуации проводится с целью распределения их по группам в зависимости от степени опасности для окружающих, характера и тяжести поражения – для установления необходимости оказания медицинской помощи и ее очередности, а также определения функционального подразделения (лечебного учреждения) этапа медицинской эвакуации, где она должна быть оказана.

Всего выделяется 5 сортировочных групп:

1). Опасные для окружающих; инфекционные больные, пострадавшие с заражением РВ и АХОВ, с нарушенной психикой.

2). Агонирующие, требующие симптоматической помощи.

3). Тяжело пораженные, нуждающиеся в медицинской помощи по жизненным показаниям.

4). Пораженные тяжелой и средней степени тяжести, медицинская помощь которым может быть временно отсрочена, если нет угрозы развития осложнений, опасных для жизни.

5). Пораженные легкой степени тяжести, которые не нуждаются в мероприятиях неотложной помощи.

Эвакуационно-транспортная сортировка проводится с целью распределения пораженных на однородные группы по очередности эвакуации, по виду транспорта (автомобильный, авиационный и др.); определения расположения пораженных на средствах эвакуации (лежа, сидя; на первом, втором или третьем ярусе), определения пункта следования – эвакуационного предназначения.

Учитываются: состояние, степень тяжести пораженного; локализация, характер, тяжесть травмы. Решение этих вопросов осуществляется на основании диагноза, прогноза состояния и исхода; 6без них правильная сортировка немыслима.

Основные сортировочные признаки

В основе сортировки лежат три основных сортировочных признака:

опасность для окружающих;

лечебный признак;

эвакуационный признак.

Опасность для окружающих определяет степень нуждаемости пострадавших в санитарной или специальной обработке, в изоляции.

В зависимости от этого пострадавших распределяют на группы:

1. Нуждающиеся в специальной (частичной или полной санитарной) обработке.

2. Подлежащие временной изоляции.

3. Не нуждающиеся в специальной (санитарной) обработке.

Лечебный признак – степень нуждаемости пострадавших в медицинской помощи, очередности и месте (лечебное подразделение) ее оказания.

По степени нуждаемости в медицинской помощи выделяют пораженных:

нуждающихся в неотложной медицинской помощи;

не нуждающихся в медицинской помощи (помощь может быть отсрочена);

пораженных в терминальных состояниях, нуждающихся в симптоматической помощи, с травмой, несовместимой с жизнью.

Эвакуационный признак – необходимость, очередность эвакуации, вид транспорта и положение пораженного на транспорте. Исходя из этого признака, пораженных распределяют по группам:

1) подлежащих эвакуации в другие территориальные, региональные лечебные учреждения или центра страны с учетом эвакуационного предназначения, очередности, способа эвакуации (лежа, сидя), вид транспорта;

2) подлежащих оставлению в данном лечебном учреждении (по тяжести состояния) временно или до окончательного исхода;

3) подлежащих возвращению по месту жительства (расселения) населения для амбулаторно-поликлинического лечения или медицинского наблюдения.

Сортировочная площадка разворачивается при въезде в расположение госпиталя, с наветренной стороны. Особое внимание уделяется подъездным путям. Это необходимо для повышения мобильности и маневренности эвакуационного транспорта в условиях массового поступления пострадавших.

Проведение медицинской сортировки наиболее эффективно при создании врачебно-фельдшерских сортировочных бригад, состав которых формируют из достаточно опытных специалистов, способных быстро оценить состояние пострадавшего, определить диагноз (ведущее поражение) и прогноз, не снимая повязки и не применяя трудоемких методов исследования, установить характер необходимой медицинской помощи и порядок эвакуации. Для этого по возможности, учитывая волнообразность поступления пораженных, временно привлекается медицинский персонал из других отделений (в период их развертывания).

Под наблюдением врача средний медицинский персонал осматривает пострадавшего самостоятельно и выполняет необходимые манипуляции: иммобилизация конечностей, остановка кровотечения, внутривенные инфузии (по

показаниям), фиксация шейного отдела позвоночника, наложение асептических повязок, обезболивание (по показаниям), проведение ингаляции мешком «АМБУ» и ингаляционная подача кислорода.

Оптимальный состав врачебно-медсестринской (фельдшерской) сортировочной бригады для носилочных при оказании первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи: врач, два медбрата с функциями фельдшера, два регистратора и два звена носильщиков.

Оснащение сортировочной бригады:

Двойная медицинская сумка БПГ – 4 шт.;

МУЛЬТИХЕЛП – 2 (реанимационный набор) – 1 шт.;

Медикаментозный ящик;

Кислородный ингалятор (станция) – 1 шт.;

Мешок «АМБУ» – 2 шт.;

Портативный пульсоксиметр «НЕЛЬКОР» – 1 шт.;

Вакуумные шины и матрацы – 2 комплекта;

Набор транспортных (лестничных) шин;

Пластиковые носилки;

Подставки под носилки – 4 пары;

Документация, маркировочные фишки.

Медицинский персонал любого уровня подготовки и профессиональной компетентности, вначале должен осуществить выборочную сортировку; выявить пораженных, опасных для окружающих.

Затем путем беглого обзора пораженных выявить наиболее нуждающихся в медицинской помощи (наличие наружного кровотечения, асфиксии, судорожного

состояния, рожениц, детей и др.). Приоритет остается за нуждающимися в неотложной медицинской помощи.

После выборочного метода сортировки медицинский персонал переходит к последовательному («конвейерному») осмотру пораженных.

При таком «конвейерном» методе сортировки одна сортировочная бригада может за час работы рассортировать до 30 - 40 носилочных пораженных травматологического профиля или пораженных АХОВ (с оказанием неотложной помощи).

При внешнем осмотре пострадавшего и его опросе определяются:

- локализация травмы: голова, грудь, живот, таза, конечности, позвоночник;

- характер травмы: механическая травма – локальная, множественная, сочетанная (тяжесть травмы), наличие кровотечения, переломов костей, длительного раздавливания тканей, ожоговая травма, поражение продуктами горения, АХОВ, радиационное поражение и др.

Необходимо выделить*:*

ведущее поражение, угрожающее в данный момент жизни пораженного;

степень тяжести состояния: наличие (отсутствие) сознания, формы нарушения сознания – спутанное сознание, сопор или кома; реакция зрачков на свет; пульс; особенности дыхания, наличие кровотечения, судорог; уровень АД (по показаниям), изменение цвета лица и кожи;

возможности самостоятельного передвижения и др.;

характер необходимой медицинской помощи.

В результате полученных сведений устанавливается диагноз и прогноз поражения, степень угрозы для жизни пораженного в момент сортировки, срочность, очередность оказания и вид медицинской помощи в данный момент и

на последующем этапе эвакуации, необходимость установления для пораженного особых условий размещения (изоляция от окружающих и др.) и порядок дальнейшей эвакуации.

ТРАНСПОРТНАЯ ИММОБИЛИЗАЦИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ

Показания. Открытые и закрытые переломы верхних и нижних конечностей, особенно в тех случаях, когда имеется выраженная деформация и укорочение конечности (иммобилизация является средством предупреждения повреждений сосудов и нервов конечностей, уменьшения кровопотери в зоне перелома и уменьшения болей в местах повреждений, так как костные отломки после иммобилизации не травмируют мышцы и другие мягкие ткани).

Техника. Многие предложенные ранее сложные и громоздкие устройства, типа шины Дитерихса, в настоящее время используются редко из-за длительности наложения и недостаточной эффективности. В практике Центра Медицины Катастроф используются металлические лестничные шины типа Крамера, надувные пневматические шины и вакуумные носилки, а также транспортные шины Карсканова. Металлические лестничные шины должны быть предварительно обустроены, т.е. закрыты чехлом из подваченной толстой клеенки, что позволяет их легко мыть. Шины оптимальнее использовать двух размеров: большие – для нижних конечностей, маленькие – для верхних конечностей. Шина изгибается соответственно естественным изгибам сломанной части конечности и двух соседних суставов, затем укладывается поверх одежды по задней поверхности конечности и прибинтовывается бинтом. На открытые переломы накладывают стерильную повязку.

Пневматические шины представляют собой плоскую надувную конструкцию из пластика, которая обертывается вокруг сломанного сегмента конечности и двух близлежащих здоровых суставов, затем соединяется молнией; в

результате, сегмент конечности оказывается как бы в мешке. После этого шину надувают ртом или насосом до плотного состояния.

Иммобилизация лестничными и надувными шинами представляет значительные трудности при переломах бедра и таза, так как в этом случае требуется закрепить три сустава: голеностопный, коленный, и тазобедренный. В этом случае требуется соединить несколько шин, так как наружная шина должна быть от подмышечной впадины до пальцев стопы, а внутренняя – от паха до пальцев стопы. На практике иммобилизация ограничивается наложением только одной шины без фиксации тазобедренного сустава.

Шины Карсканова – предназначены для иммобилизации при переломах трубчатых костей. Состоят из отдельных блоков, которые монтируются в необходимую конфигурацию, требующуюся в настоящий момент. Правила наложения шин те же что и при иммобилизации лестничными шинами. Преимущество их в том, что они удобны для транспортировки в виду своей компактности, кроме того, в этом наборе предусмотрен воротник для иммобилизации шейного отдела позвоночника.

Вакуумные носилки позволяют одновременно обездвижить все переломы конечностей и позвоночника, которые имеются у пострадавшего. Носилки представляют собой плоский матрац толщиной 15-20 см с металлическим каркасом и ручками. Матрац заполнен пластмассовыми шариками и в нерабочем состоянии мягкий. После укладывания пострадавшего на мягкий матрац в него погружаются его конечности и туловище. Сломанные конечности по возможности распрямляют, после чего включают вакуумный насос, с помощью которого удаляют воздух. Матрац делается плотным и охватывает конечности и туловище, иммобилизуя переломы. Существенным недостатком как транспортных шин, так и вакуумного матраца является невозможность устранения смещения отломков по длине. Указанные недостатки могут быть устранены при применении

противошокового костюма "Каштан", который имеет в своем составе тракционную шину сразу для обеих нижних конечностей и таза и обеспечивает тягу по длине конечностей до 12 кг.

Осложнения. Слишком тугое прибинтовывание шины к конечности приводит к нарушению кровообращения. Особенно нужно быть осторожным при наложении шин у детей.

Недостаточная иммобилизация при двигательном возбуждении пострадавшего может привести к повреждению острыми отломками кожи или (реже) сосудисто-нервного пучка. Повреждение кожи чаще всего наблюдается при переломах голени. В этом случае закрытый перелом превращается в открытый.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА.

Показания. Абсолютно показана иммобилизация шейного отдела позвоночника при переломах, переломо-вывивах, травмах связочного аппарата позвоночника. Последнее характерно для так называемых «хлыстовых» травм, когда автомобиль получает резкий удар сзади вследствие наезда другого автомобиля. Голова пострадавшего в этом случае (если нет подголовника) резко запрокидывается кзади.

Переломы грудного и поясничного отделов позвоночника более фиксированы мышцами, а грудной отдел, кроме того, является элементом общего костного каркаса грудной клетки. Поэтому специальных иммобилизующих устройств в виде ранее предлагаемых щитов, досок и др. они не требуют. Фиксация обеспечивается достаточно надежно положением «лежа на спине» на обычных жестких носилках или в вакуумном матраце.

Техника иммобилизации шейного отдела позвоночника. Наиболее удобно использовать каркасный пластиковый корсет типа «Трикор» на липучках. Слегка приподнимая и вытягивая шею за голову, оборачивают шею корсетом, который

закрепляют застежками. При отсутствии корсета его можно заменить частью комплекта Карскановской шины, при отсутствии последнего – делают из ваты и марли: берут двойной слой марли размером 30 на 60 см., между слоями укладывают тонкий слой ваты и простегивают нитью. Один конец воротника сводят на конус и прикрепляют отрезок бинта длиной 60 см. Воротник должен быть приготовлен заранее и входить в оснащение бригады.

Осложнения. При грубых манипуляциях или двигательном возбуждении пострадавшего вследствие опьянения или черепно-мозговой травмы возможно повреждение шейного отдела спинного мозга с развитием парезов и параличей.

ВЕНЕПУНКЦИЯ.

Показания. Введение лекарственных веществ, переливание кровезаменителей и коллоидно-кристаллических растворов, взятие внутривенных проб крови на анализы.

Противопоказания: флебиты поверхностных вен, гнойничковые поражения кожи в месте пункции.

Техника. Перед венепункцией набирают в шприц необходимое лекарство или смесь лекарств, помня об их совместимости. Шприц поднимают иглой вверх и выпускают пузырьки воздуха. Если предполагается вливание через одноразовую систему, то систему подготавливают и заполняют раствором кровезаменителя, либо любым другим раствором. Наиболее просто венепункцию произвести в вены локтевого сгиба, предплечья, кисти. Под локоть подкладывают клеенчатую подушечку или свернутое полотенце, руку максимально разгибают в локтевом суставе. В средней трети плеча затягивают резиновую трубку, создавая препятствие венозному оттоку. Кожу локтевого сгиба обрабатывают спиртом. Указательным пальцем левой руки фиксируют вену. В правую руку берут заполненный шприц вместимостью 20 мл с иглой. Иглу фиксируют указательным пальцем и располагают под острым углом к поверхности кожи. Прокалывают

кожу над веной и стенку вены. В шприце появляется струйка крови. Левой рукой распускают узел на венозном жгуте и медленно вводят назначенный больному лекарственный препарат.

Если больному предполагается длительная внутривенная трансфузия кровезаменителей, то венепункцию производят без шприца – внутривенным периферическим катетером. Иглу-катетер освобождают от пластиковой оболочки, вкалывают рядом с веной, проводят под кожей на 2-3 см и затем прокалывают стенку вены. Появление крови из иглы свидетельствует о правильном положении иглы. Снимают жгут и к игле подсоединяют заполненную систему для переливания. Иглу прикрепляют к коже полосками лейкопластыря.

Иглу-катетер необходимо вводить в вену на 2/3 от ее длины, затем убирается металлический мандрен. Преимущество катетеризации вены иглой-катетером состоит в том, что мы избегаем риска потери венозного доступа при транспортировке, отсутствует необходимость в жесткой фиксации конечности больного, а это в свою очередь обеспечивает большую маневренность при транспортировке больного в полевых условиях.

По окончании инфузии к месту вкола иглы (иглы-катетера) прикладывают ватный шарик со спиртом, иглу извлекают, руку сгибают в локтевом суставе, фиксируя шарик к месту вкола. Через несколько минут руку можно разогнуть. Кровотечение из вены к этому времени прекращается.

Особенности венепункции у детей. Венепункция у детей представляет собой непростую задачу в связи с малым просветом вен, их глубоким расположением, беспокойным поведением ребенка. У детей старшего возраста при выраженных подкожных венах локтевого сгиба, тыла кисти венепункцию производят так же как у взрослых. У новорожденных и грудных детей используют лобные или височные вены волосистой части головы. Помощник фиксирует ребенка, завернув плотно в пеленку и удерживая повернутую в сторону голову руками. При

натуживании и крике вены хорошо контурируются. Если волосы густые и длинные, их коротко выстригают в области предполагаемой пункции. Обрабатывают дважды кожу спиртом и пунктируют вену.

При безуспешности 2-3 попыток венепункции необходимо произвести пункцию яремной или подключичной вены.

Осложнения. Возможен прокол противоположной стенки вены. При этом появляется гематома. Нужно снять жгут, удалить иглу наложить жгут дистальнее прокола. Повторную пункцию вены производят на предплечье или на кисти. В процессе введения лекарственных веществ игла может выйти из вены. Больной начинает чувствовать жжение, появляется вздутие рядом с веной. Особенно опасно попадание под кожу хлорида кальция. Вливание немедленно прекращают и, не извлекая иглы, вводят несколько миллилитров раствора новокаина.

ТРАВМАТИЧЕСКОЕ НАРУЖНОЕ КРОВОТЕЧЕНИЕ.

Этот вид кровотечения является осложнением ранений мягких тканей и слизистой оболочки полости рта, носовых ходов, наружных половых органов. Ранение крупных артериальных и венозных стволов, отрывы конечностей могут привести к быстрой смерти пострадавшего. У больных, страдающих нарушениями свертываемости крови (гемофилия, болезнь Верльгофа и т.д.), даже небольшие ранения вызывают большую кровопотерю.

Имеет значение локализация ранения. Поверхностные ранения лица и головы, ладонной поверхности кистей, подошвы, где имеется хорошая васкуляризация, а подкожная жировая клетчатка содержит мало жировых долек и относительно много фиксирующих соединительнотканных перегородок, сопровождаются обильным кровотечением. На интенсивность излияния крови влияет калибр сосуда, уровень АД, наличие или отсутствие одежды, обуви.

При травматическом кровотечении нередко наблюдаются общие явления: обморок (коллапс) и синдром острой кровопотери. Обморок (коллапс) у лиц с лабильной психикой возникает как ответ на боль, связанную с ранением, и как реакция на вид и запах крови. Синдром острой кровопотери развивается при массивном и быстром кровотечении, когда больной одномоментно теряет 250 мл крови и более. Синдром может развиться также при длительном кровотечении вследствие позднего обращения за помощью, что характерно для лиц, находящихся в состоянии глубокого опьянения. Синдром острой кровопотери может возникнуть при относительно небольшом кровотечении у раненых, ослабленных соматическими болезнями (анемия, истощение), при общем охлаждении организма. Кровотечение опасно у грудных детей, стариков.

Симптомы. В зависимости от вида поврежденных кровеносных сосудов кровотечение может быть артериальным, венозным, капиллярным, паренхиматозным, смешанным. Для артериального кровотечения характерно выделение из раны крови пульсирующей струёй. Раны могут локализоваться в области расположения крупных сосудов. При венозном кровотечении кровь более темная и обильно выделяется из раны непрерывной струёй без тенденции к самостоятельной остановке. В ране можно видеть пересеченную вену. Капиллярное кровотечение наблюдается при кожно-мышечных ранениях. Кровь выделяется менее интенсивно, чем при ранении крупной вены, имеет тенденцию к самостоятельной остановке, количество изливающейся крови зависит от размера раны.

Пострадавший с острой кровопотерей бледен, покрыт холодным потом, обычно вял, безучастен к окружающему, говорит тихим голосом, жалуется на головокружение и мелькание «мушек» или потемнение перед глазами при подъеме головы, просит пить, отмечает сухость во рту. Пульс частый, малого наполнения, АД понижено, а при быстром излиянии большого количества крови

развивается картина геморрагического шока со стойкой гипотонией. При отсутствии помощи и продолжающемся кровотечении АД продолжает падать, наступает клиническая, а затем биологическая смерть. Дыхание вначале частое, а в терминальных стадиях редкое (до 5-8 дыхании в 1 мин.): может наблюдаться периодическое дыхание.

Диагноз наружного кровотечения, когда больной обнажен и можно осмотреть все раны, прост. Более сложно определить наличие раневого кровотечения, когда пострадавший найден на улице зимой в бессознательном состоянии. Теплая одежда впитывает кровь, а очевидцев происшествия может не быть. При наличии крови на одежде необходимо переместить больного в сортировочную палатку, а затем снять или разрезать верхнюю одежду и тщательно осмотреть пострадавшего для обнаружения следов крови, особенно на задней поверхности конечностей и туловища. Ошибки возможны при множественных ранениях. Раны на открытых частях тела сразу привлекают внимание, в то время как более опасные раны частей тела, закрытых одеждой, могут остаться незамеченными.

Очень важно определить наличие у пострадавшего симптомов острой кровопотери независимо от размеров раны. Прежде всего оценивают примерно количество излившейся крови по объему загрязнения и пропитывания одежды и бинтовых или импровизированных повязок, наложенных на рану (например, стандартное вафельное полотенце может впитать до 800 мл крови, а объем лужи крови диаметром 40 см составляет около 700 мл).

Осматривают лицо больного, конъюнктиву глаз, ногтевые ложа, определяют степень их побледнения. Тыльную сторону ладони прикладывают ко лбу больного, чтобы определить примерно температуру тела (при острой кровопотере – понижена) и влажность кожных покровов (холодный пот). Проверяют пульс,

дыхание и АД. Просят пострадавшего приподнять голову и повернуть ее из стороны в сторону для выявления головокружения.

При тяжелых травмах диагноз острой наружной кровопотери следует ставить с осторожностью, исключив у пострадавшего травматический шок и острое внутреннее кровотечение вследствие травмы органов брюшной полости или грудной клетки.

Неотложная помощь. Главным неотложным мероприятием, часто спасающим жизнь пострадавшему, является временная остановка наружного кровотечения.

Артериальное кровотечение из сосудов верхних и нижних конечностей, а также из культей конечностей при травматических ампутациях останавливают в два этапа: вначале прижимают артерию выше места повреждения к костному выступу, чтобы прекратить поступление крови к месту повреждения, а затем накладывают стандартный или импровизированный жгут. Способ прижатия плечевой артерии:

вводят кулак в подмышечную впадину и прижимают руку к туловищу; то же – для артерий предплечья: закладывают две пачки бинтов в локтевой сгиб и максимально сгибают руку в локтевом суставе; то же для бедренной артерии: надавливают кулаком на верхнюю треть бедра в области паховой связки; то же – для артерий голени и стопы: в подколенную область вкладывают две пачки бинтов, ногу сгибают максимально в суставе. После прижатия артерий приступают к наложению кровоостанавливающего жгута, который накладывают поверх одежды, или подкладывают полотенце, косынку, кусок марли. Жгут подводят под конечность выше места ранения, сильно растягивают и, не уменьшая натяжения, затягивают вокруг конечности, зацепляя крючок за звено цепи. Для наложения жгута в области плеча лучше пользоваться пневматической манжеткой от аппарата для измерения артериального давления, поскольку резиновый жгут,

особенно чрезмерно затянутый, может сдавить лучевой нерв, что в дальнейшем вызывает стойкий его парез с нарушением функции кисти и пальцев. Если жгут наложен правильно, кровотечение из раны прекращается, пульс на лучевой артерии или тыльной артерии стопы исчезает, дистальные отделы конечности бледнеют. Под жгут подкладывают записку с указанием времени наложения жгута. Время наложения жгута обязательно указывают в сопроводительном листе. Максимальный срок наложения жгута – 2 часа, зимой не более 1 часа.

В последнее время промышленность выпускает жгуты с дозированной компрессией. Способ их наложения упрощается тем, что на резиновом элементе жгута обозначена необходимая компрессия при наложении на плечо или бедро (жгут растягивается до изменения конфигурации прямоугольников, обозначенных отдельно «плечо», «бедро»).

Ошибки и осложнения при наложении жгута:

а) слишком слабое затягивание жгута вызывает передавливание вен, в результате чего кровотечение из раны усиливается;

б) слишком сильное затягивание жгута, особенно на плече, может вызвать паралич периферических отделов конечности вследствие повреждения нервных стволов;

в) резкие боли в месте наложения жгута отмечаются при наложении жгута непосредственно на кожу: они, как правило, возникают через 40-60 мин. после наложения жгута вследствие местной ишемии тканей.

Артериальное кровотечение из артерий кисти и стопы не требует обязательного наложения жгута. Достаточно бывает плотно прибинтовать пачку стерильного бинта или тугой валик из стерильных салфеток к месту ранения и придать конечности возвышенное положение. Жгут применяют только при

обширных множественных ранениях и размозжениях кисти или стопы. Ранения пальцевых артерий останавливают тугой давящей повязкой.

Артериальное (и венозное) кровотечение при высоких отрывах верхней и нижней конечностей останавливают путем наложения кровоостанавливающих зажимов на крупные сосуды.

Артериальное кровотечение в области волосистой части головы (височная артерия), *на шее* (сонная артерия) и *туловище* (подключичная и подвздошная артерии) останавливают путем тугой тампонады раны. Пинцетом или зажимом рану туго тампонируют салфетками, поверх которых можно положить неразвернутый бинт из стерильной упаковки и максимально плотно прибинтовать его. Если артерия видна в ране, то можно наложить кровоостанавливающие зажимы.

Венозное и капиллярное кровотечение останавливают путем наложения тугой давящей повязки. При ножевом ранении крупной магистральной вены можно произвести тугую тампонаду раны или наложить кровоостанавливающий жгут. Если кровопотеря большая, то пострадавшего после остановки кровотечения укладывают на спину на носилки без подушки, а нижний конец носилок приподнимают. Больного укрывают одеялом и начинают переливание кровезаменителей.

В тех случаях, когда наложение жгута и тугая тампонада почему-либо невозможны, следует пережать кровоостанавливающими зажимами культи крупных артериальных и венозных сосудов.

Помощь при острой кровопотере оказывается в противошоковой палатке и заключается в следующем. Если кровопотеря компенсирована (нет снижения АД, отмечается бледность и умеренная тахикардия), то пострадавшего укладывают на носилки без подушки, дают обильное питье (вода, чай). При декомпенсированной кровопотере (снижение систолического АД в пределах 100-80 мм рт. ст., учащение

пульса не более чем до 120-130 в 1 мин., частота дыханий не более 26-28 в 1 мин.), уложив больного на спину, поднимают ножной конец носилок, производят венепункцию и начинают струйное вливание полиглюкина или полифера, которое продолжают на всем пути следования. Через маску дают кислород. Внутримышечно вводят промедол – 2 ml. В терминальных состояниях, когда пострадавшего обнаруживают в луже крови без сознания с неопределяемым пульсом на периферических артериях и редким агональным дыханием, не тратя время на наложение жгута, немедленно производят пункцию центральной вены (подключичной, яремной) и начинают струйное введение полиглюкина. Помощник поднимает нижний конец носилок и ноги пострадавшего кверху. Начинают искусственную вентиляцию легких методом «рот в рот» или «рот в нос», после восстановления спонтанного дыхания проводят ингаляцию чистого кислорода через маску. При остановке сердца – непрямой массаж сердца, ИВЛ, внутрисердечно вводят 10 ml 10% раствора кальция хлорида и 1 ml 0,1% раствора адреналина – эти мероприятия как правило проводятся в сортировочной палатке. По восстановлении минимальной жизнедеятельности появляется кровотечение из артерии (из культи конечности). Продолжая внутривенную инфузию, производят временную остановку кровотечения. Транспортировка на носилках в положении лежа на спине, при ранениях артерии головы и шеи – с приподнятым головным концом.

Локализация основного внутреннего кровотечения у пострадавших с сочетанной и множественной травмой обычно бывает следующей: грудь (гемоторакс) – 20%, живот (гемоперитонеум) – 20%, таз с забрюшинной гематомой – 20%, множественные переломы бедер, голеней – 20%, одновременное кровотечение средней степени в плевральную полость, толщу мышц таза и забрюшинные пространства, область одного или обоих бедер, голеней – 20%.

В лечении острой кровопотери, сопровождающей внутреннее кровотечение, основное место принадлежит инфузионной терапии, которая проводится в противошоковом модуле.

ИСКУССТВЕННОЕ ДЫХАНИЕ.

Нормальная функция легких заключается в достаточной вентиляции и адекватной диффузии, что обеспечивается нормальным состоянием дыхательных путей, легочной ткани, грудной клетки, диафрагмы и мышц передней брюшной стенки, а также работой различных звеньев центральной нервной системы. У лиц, которым требуется неотложная помощь на догоспитальном этапе, нарушения дыхания могут быть обусловлены самыми различными сочетаниями патологических процессов, что требует проведения искусственной управляемой вентиляции легких (ИВЛ).

Показания: остановка дыхания, тяжелая гипоксия, необходимость разобщения дыхательных путей с функционально несостоятельным пищеводом или носо-ротоглоткой.

Противопоказания: наличие мелких или жидких инородных тел в верхних отделах трахеобронхиального дерева при частично сохраненной их проходимости.

Техника. Перед началом проведения ИВЛ необходимо убедиться в проходимости верхних дыхательных путей, очистить ротоглотку пострадавшего от инородных тел и секрета, вывести нижнюю челюсть вперед, а больного уложить на спину. Верхнюю одежду больного снимают или расстегивают. Реанимирующий располагается от больного справа, подводит правую руку под его шею, а левую кладет на лоб и разгибает голову. Затем правой рукой максимально выводит вперед нижнюю челюсть так, чтобы нижние резцы оказались впереди верхних. У больных, находящихся в коматозном состоянии, данный прием может оказаться достаточным для восстановления самостоятельного дыхания. Можно также ввести воздуховод (ротоглоточную трубку). Терапевтический эффект ИВЛ

значительно повышается при использовании ручных дыхательных аппаратов – РДА-1, РПА-1, РПА-2, АДР-1, АДР-2 или дыхательного мешка типа АМБУ. Применение этих аппаратов позволяет проводить как вспомогательную, так и управляемую вентиляцию легких атмосферным воздухом, воздушно-кислородной смесью или чистым кислородом.

Вспомогательную вентиляцию используют на фоне сохраненного спонтанного, но неадекватного дыхания у больного. Синхронно вдоху больного через 1-3 дыхательных движения производится дополнительное аппаратное нагнетание повышенного объема воздуха или кислорода. Вдох должен быть плавным и по времени соответствовать вдоху больного.

ИВЛ используют при отсутствии спонтанного дыхания. Наибольший эффект достигается при использовании специальных аппаратов обычно после предварительной интубации трахеи.

Осложнения: переполнение желудка воздухом, гиповентиляция с развитием гипоксии и респираторного ацидоза, гипервентиляция с развитием острой сердечно-сосудистой недостаточности, баротравма легких, острая эмфизема, напряженный пневмоторакс.

Медицинская сортировка на догоспитальном этапе.

В процессе медицинской сортировки при оказании первой медицинской помощи выделяются следующие группы пораженных:

Первая – нуждающиеся в данном виде помощи в первую очередь: наличие горящей одежды, наружного или внутреннего артериального кровотечения (при повреждении органов груди, живота, таза), шока, острой сердечной и дыхательной недостаточности, асфиксии, судорог, коллапса, потери сознания; обширных ожогов более 20% поверхности тела, ожогов лица и дыхательных путей; травматической ампутации конечностей, открытого перелома бедра; выпавших

петель кишечника; открытого пневмоторакса, резкого изменения цвета лица и кожи, сильной одышки и т. п.

Вторая – помощь которым может быть оказана во вторую очередь (отсрочена на ближайшее время); при дальнейшем воздействии поражающего фактора, утяжеляющего поражение: тлеющая одежда, наличие СДЯВ на открытых частях тела, окиси углерода в окружающей атмосфере, нахождение частей тела под конструкцией разрушенного здания; пораженные с абдоминальными и торакальными повреждениями, с открытыми и закрытыми переломами костей, обширными повреждениями мягких тканей, ожогами менее 20% поверхности тела, травмы черепа. Задержка в оказании им помощи может утяжелить состояние, но не создает непосредственную угрозу жизни.

Третья – нуждающиеся в выносе или вывозе в ближайшее лечебное учреждение, в первую и во вторую очередь эвакуируют пораженных, которым была оказана медицинская помощь в первую очередь, или отсрочена, всех остальных – во вторую очередь. Определяется положение пораженного на транспорте (лежа или сидя).

Четвертая – легко пораженные (ходячие) следуют из зоны бедствия самостоятельно или с посторонней помощью – сопровождающими или регистраторами.

Все манипуляции, которые можно проводить на сортировочной площадке, проводятся там, остальные – в палатке.

ПРОТИВОШОКОВАЯ.

Противошоковая располагается на базе надувного пневматического модуля ПСМ-4 (размер 4х8 метров). Модуль надувается сжатым воздухом из двух 40 литровых баллонов под давлением 150 атмосфер за 4-5 минут. Время подготовки

модуля к работе – 15 минут. То есть через 20-30 минут после прибытия мобильного лечебного комплекса на место развертывания начинается прием пострадавших.

Состав противошоковой бригады: анастезиолог-реаниматолог, травматолог, две медицинские сестры-анестезистки и операционная медицинская сестра.

Противошоковый модуль рассчитан на оказание реанимационно-анестезиологической помощи одновременно семи пострадавшим, причем двоим из них может проводиться искусственная вентиляция легких, а четверым - инсуффляция кислорода. В сутки в противошоковой могут получить медицинскую помощь до 50 пострадавших.

Противошоковая – подразделение мобильного лечебного комплекса предназначено для проведения комплекса противошоковых мероприятий, оперативного лечения и послеоперационного ведения тяжелопострадавших. Наряду с противошоковыми мероприятиями в модуле могут проводиться неотложные оперативные вмешательства по жизненным показаниям.

Оснащение противошокового модуля:

кислородные ингаляторы (станции) – для проведения инсуффляции кислорода – 2 шт.;

аппарат искусственной вентиляции легких «ФАЗА-5» – 1 шт.

мешок «АМБУ» – 2 шт.;

аппарат АДР-1 – 1 шт.;

дефибриллятор – 1 шт.;

электрокардиограф – 1 шт.;

отсасыватель медицинский ОМ-1 – 2 шт.;

портативный аппарат ИВЛ «ОКСИЛОГ» – 1 шт.;

портативный пульсоксиметр «НЕЛЬКОР» – 1 шт.;

анестезиологическая укладка тонометры с фонендоскопом;

медикаментозные укладки;

операционные наборы ;

стол анестезистки – 1 шт.;

стол операционной сестры – 1 шт.;

операционный стол – 1 шт.;

три пары носилок на станках Павловского.

Интубация трахеи.

Интубация трахеи – введение специальной трубки в трахею. Манипуляция сопряжена с техническими сложностями, которые, однако, с избытком окупаются его преимуществами при оказании первой помощи на догоспитальном этапе больному, находящемуся в крайне тяжелом состоянии.

Интубация трахеи обеспечивает:

- проходимость дыхательных путей при любом положении больного;

- исключение возможности асфиксии вследствие спазма голосовых связок, западения языка и аспирации инородных тел, крови, слизи, детрита, рвотных масс;

- проведение вспомогательного или управляемого дыхания;

- возможность аспирации из трахеи и бронхов;

- возможность расправления ателектазированных участков легкого;

- наилучшие условия для купирования отека легких и др.

Показания: острая дыхательная недостаточность, терминальное состояние, тяжелые отравления с нарушением дыхания, обтурация трахеи, отек легких и др.

Противопоказания: повреждения шейного отдела позвоночника, воспалительные заболевания шеи или патологические изменения лицевой части черепа (контрактура или анкилоз височно-челюстного сустава, деформации).

Техника. Могут быть использованы два принципиально различных способа интубации. Во-первых, можно интубировать больных при сохраненном сознании с активным их участием в процессе интубации. В этом случае трубку можно проводить через носовые ходы или через рот после предварительной тщательной местной анестезии верхних дыхательных путей (3% раствор дикаина, 5% раствор новокаина).

Больному предлагают глубоко дышать и на вдохе (под контролем дыхательных шумов) продвигают трубку через голосовую щель. Если трубка проходит легко, но дыхание через нее не проводится, это свидетельствует о попадании ее в пищевод. В этом случае трубку частично извлекают, голову больного максимально разгибают и пальцем, введенным в рот, направляют трубку в нужном направлении. Во-вторых, интубация выполняется путем прямой ларингоскопии. Метод применим у больных, находящихся в коматозном состоянии или в случаях предварительной общей анестезии и миоплегии.

Первый способ применяется лишь при особых обстоятельствах (отсутствие условий для ларингоскопии, невозможность предварительной наркотизации, невыгодные анатомические особенности больного), второй является методом выбора.

Беспрепятственное выполнение прямой ларингоскопии и успех интубации достигаются при строго горизонтальном положении больного на спине. Голова больного должна быть максимально разогнута; под голову желательно положить маленькую подушечку или валик (свернутая одежда или головной убор).

Медсестра (медбрат) держит ларингоскоп в правой руке, а пальцами левой руки открывает рот больного и под контролем зрения осторожно проводит по спинке языка клинок ларингоскопа с зажженной лампочкой, отодвигая клинком язык влево. Перехватив ларингоскоп в левую руку, продвигает его вперед и, захватив и приподняв надгортанник, правой рукой вводит в зияющую голосовую щель интубационную трубку. При наличии у больного самостоятельного дыхания эндотрахеальную трубку вводят на вдохе. Правильность положения интубационной трубки оценивают по наличию дыхательных шумов над легкими и струе воздуха из трубки. При проскальзывании трубки в бронх (вследствие анатомических особенностей чаще в правый) дыхание в противоположном легком становится резко ослабленным или совсем не прослушивается. Для восстановления вентиляции необходимо осторожно подтянуть трубку, не прерывая аускультации, до соответствующей отметки (на трубке должны быть отметки 22 – 24 см).

Отсутствие дыхательных шумов над обоими легкими и быстрое нарастание цианоза, а также наличие характерного шума над областью желудка свидетельствуют о попадании интубационной трубки в пищевод. В этом случае последнюю извлекают, в течение 2-5 мин. осуществляют гипервентиляцию легких 100% кислородом через маску наркозного аппарата и только после ликвидации цианоза повторяют попытку интубации.

Для создания герметичности манжетку на эндотрахеальной трубке раздувают воздухом с помощью шприца или резиновой груши.

Если трубка не имеет манжетки, полость ротоглотки рыхло тампонируют бинтом, смоченным фурацилином или изотоническим раствором натрия хлорида. Трубку фиксируют пластырем или тесьмой вокруг головы больного. Фиксировать трубку к одежде, носилкам или другим предметам из-за возможной экстубации недопустимо!

После аспирации содержимого трахеи и бронхов подсоединяют аппарат и по показаниям проводят вспомогательное или искусственное дыхание.

Осложнения. Повреждение слизистых оболочек и возникновение обильного кровотечения, ларинго- и бронхоспазм, нарушения сердечного ритма (брадикардия, экстрасистолия или асистолия), гипоксия и гиперкапния, механическое повреждение зубов, разрыв пищевода, асфиксия вследствие перегиба интубационной трубки.

Приоритет в оказании помощи принадлежит пострадавшим с нарушениями дыхания и заключается в восстановлении проходимости дыхательных путей и поддержании адекватной легочной вентиляции.

Угнетение и неадекватность дыхания (брадипноэ, типа Чейн-Стокса) обычно наблюдается у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой, травмой лицевого скелета, шеи, шейного отдела позвоночника с повреждением спинного мозга; при тяжелой закрытой травме груди (напряженный пневмоторакс, флотирующая грудь) чаще наблюдается тахипноэ (одышка).

Первичное обследование средним медицинским персоналом должно иметь своим результатом следующие данные:

количество и ритм дыхательных движений;

обнаружение инородных тел во рту, глотке, а также обструкции трахеи;

наличие подкожной эмфиземы в области грудной стенки, шеи, лица, мошонки;

наличие деформации грудной клетки – западение, выпячивание, флотация;

наличие, ослабление или отсутствие дыхательных шумов справа или слева (признак пневмоторакса и гемоторакса);

наличие или отсутствие влажных хрипов (признак аспирации);

запах алкоголя при дыхании.

Способы восстановления проходимости дыхательных путей описаны выше. Напряженный пневмоторакс устраняют путем дренирования плевральной полости дренажом с клапаном. Остановка массивного наружного кровотечения должна производиться одновременно с мероприятиями по восстановлению адекватного дыхания.

ОПЕРАЦИОННАЯ И ПЕРЕВЯЗОЧНАЯ.

Бригада, работающая в операционной, состоит из двух хирургов, анестезиолога-реаниматолога, сестры-анестезистки и операционной сестры. Операционная и перевязочная развернуты на базе автомобиля «Урал-4320» с прицепом. Операционная и перевязочная начинают свою работу через 5 минут после остановки машины. Это достигается тем, что наборы медикаментов, медицинского имущества находятся внутри операционной и перевязочной. Подготовка к началу работы состоит в развертывании операционного стола, операционных наборов, подключения дыхательной аппаратуры.

Операционная рассчитана на проведение 15 – 20 небольших операций или 10 полостных операций за сутки автономной работы.

Оснащение передвижной операционной:

операционный стол;

операционная бестеневая лампа;

аппарат ИВЛ «ФАЗА-5»;

баллоны с кислородом (40 литров) – 2 шт.;

стерильные инструментальные наборы

лапоратомный набор – 6 шт.,

торокальный набор – 4 шт.,

набор ПХО – 15 шт.,

набор для венесекции – 4 шт.,

трахеостомический набор – 3 шт.,

набор подключичной пункции – 10 шт.,

набор ампутационный – 5 шт.,

трепанационный набор – 3 шт,

отдельные стерильные инструменты

дезсредства, емкости;

лестничные шины – 5 комплектов

наборы стерильного белья для различных видов

операций – 20 комплектов;

перевязочный материал;

медикаментозная укладка

Обязанности медицинского работника МЛК.

В совершенстве знать принципы асептики и антисептики, строго следить за чистотой операционного блока.

Готовить все необходимое для операции, знать комплектацию стерильных наборов, заготавливать медикаменты, белье, перевязочные материалы.

Знать ход типичных операций, предугадывать действия хирурга, отбирать нужные инструменты и своевременно подавать их хирургу, а в исключительных случаях исполнять обязанности ассистента.

Ответственность за сохранность инструментов, материалов, белья, оборудования, следить за исправностью, систематически заботиться о его пополнении и ремонте.

Уметь проводить временную остановку кровотечения, накладывать типичные бинтовые повязки, гипсовые лангеты, транспортные шины.

Владеть методикой проведения сердечно-легочной, церебральной реанимации.

В режиме чрезвычайной ситуации немедленно прибыть в Центр и в составе бригады постоянной готовности оказывать экстренную медицинскую помощь, беспрекословно выполнять все распоряжения старшего врача БПГ.

Уметь правильно применять дезинфицирующие средства.

Участвовать в комплектации наборов с предстерилизационной обработкой.

Знать виды шовного материалы, его назначение.

Вне режима ЧС проводить обработку операционной 1 раз в неделю с последующими бактериальными посевами.

Владеть первичной операционной обработкой ран, мягких тканей, сухожилий.

Владеть техникой вскрытия и дренирования гематом.

Владеть методикой проведения местной анестезии.

Перевязочная располагается на базе прицепа к автомобилю «Урал». В перевязочной работают врач-травматолог, перевязочная сестра. Оснащение представлено операционным столом, стерильными укладками для перевязок, необходимыми растворами, кислородной аппаратурой. Перевязочная рассчитана на проведение более 150 перевязок за сутки работы. В случае необходимости перевязочная перепрофилируется в «малую операционную».

Оборудование передвижной перевязозной:

перевязочный стол;

стол для медсестры;

укладки стерильного материала;

стерильные наборы;

медикаменты для обезболивания и перевязок;

перевязочный материал.

РАНЫ.

Несмотря на многовековую историю своего существования, проблема лечения ран остается актуальной и требует дальнейшего решения. Эта актуальность определяется ростом абсолютного числа тяжелых повреждений в условиях бурного развития техники и транспорта, причем различные открытые повреждения – раны – являются весомыми составляющими шока и кровопотери, зачастую приводящими к гибели пострадавших на месте происшествия, во время транспортировки или в стационаре. В то же время внимание медиков многих стран приковано к различным аспектам лечения ран и раневой инфекции в связи с продолжающимися локальными войнами, дающими определенный контингент раненных современным огнестрельным оружием, имеющим более высокую мощность по сравнению с применявшимся ранее.

Несмотря на обилие литературы, посвященной ранам, даже в фундаментальных монографиях последних лет не уделяется должного места роли врача догоспитального этапа в общей проблеме лечения ран и раневой инфекции. Порой создается впечатление, что лечебные мероприятия, проводимые при ранениях, начинаются с первичной хирургической обработки раны на операционном столе хирургического отделения. Между тем от рациональности действий врача догоспитального этапа, который первым оказывается у пострадавшего, во многом

зависят последующее течение раневого процесса и жизнь раненого. Врач скорой помощи должен не только быстро и точно определить степень общей реакции организма на травму, оценить тяжесть местных анатомических изменений, но и уметь бороться с опасными для жизни осложнениями. При манипуляциях в области раны врач догоспитального этапа должен уметь остановить кровотечение, создать условия, необходимые для того, чтобы уменьшить инфицирование и затормозить процесс развития инфекции в ране. Только после выполнения этих задач на рану накладывают асептическую повязку и пострадавшего экстренно доставляют в хирургический стационар.

С учетом того, что такие важные слагаемые экстренной помощи пострадавшим с открытыми повреждениями, как оказание анестезиологического пособия и реанимационные мероприятия на догоспитальном этапе, изложены в других разделах настоящего руководства, в данной главе мы остановимся, в основном, на характеристике ран и на действиях врача скорой и неотложной помощи при манипуляциях непосредственно в области раны, а также на тактике лечения и профилактике осложнений, которые являются следствиями ранений.

Под ранами, или открытыми повреждениями, подразумевают нарушения кожных покровов и слизистых оболочек, которые, как правило, сопровождаются повреждением глубжележащих тканей (жировой клетчатки, фасций, сухожилий, мышц и др.). Ссадины — это открытые повреждения, локализующиеся только в пределах кожи.

В отличие от понятия «рана» под ранением нужно подразумевать само травматическое действие, в результате которого, как его следствие, и образуется рана.

Каждая рана имеет более или менее выраженные клинические признаки: боль, зияние и кровотечение. Общие же симптомы, такие как шок, острая анемия,

ОДН, инфекция и др., характеризуют уже осложнения и не являются обязательными признаками каждой раны.

Интенсивность болевого синдрома зависит от целого ряда причин: от количества повреждений нервных волокон, расположенных в поверхностных слоях кожи и слизистых оболочек (при этом возникает быстро проходящая поверхностная боль), от характера повреждений глубжележащих тканей и органов, т. е. от интенсивности раздражения заложенных здесь рецепторных окончаний. При этом возникает вторичная, или глубокая, боль, которая не прекращается после окончания травматического воздействия. С учетом этого ясно значение характера ранящего оружия и времени его воздействия на формирование болевого импульса. Колюще-режущим оружием повреждается меньшее количество нервных окончаний, следовательно, и болевое ощущение будет менее интенсивным. При этом, чем быстрее наносится повреждение, тем меньше выражена боль. Кроме того, интенсивность болевого ощущения во многом зависит от нервно-психического состояния человека и от общей реактивности организма.

Зияние раны зависит от протяженности, глубины и характера ее расположения по отношению к эластичным волокнам кожи, проекция которых на кожу известна как схема лангеровских линий, и к мышечным волокнам. Так, раны, расположенные перпендикулярно к лангеровским линиям и к ходу мышечных волокон, отличаются наибольшим зиянием.

Кровотечение, его интенсивность зависят от характера повреждения и диаметра сосуда, площади повреждения и числа поврежденных сосудов (различают артериальное, венозное, капиллярное, паренхиматозное и смешанное кровотечение). При ранениях кровь может истекать наружу (наружное кровотечение) и внутрь — в ткани, в межтканевое пространство, в различные полости (внутреннее кровотечение). Понятно, что наружное кровотечение не представляет трудностей для диагностики на догоспитальном этапе, в то время как

внутреннее – более коварно, требует тщательного обследования пострадавшего с оценкой общего состояния (внешний вид больного, его кожный покров и слизистые оболочки, частота пульса, артериальное давление), а также данных перкуссии, пальпации и аускультации. Всегда следует помнить о возможности сочетания наружного и внутреннего кровотечения.

ПРИНЦИПЫ ДОГОСПИТАЛЬНОЙ И ГОСПИТАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ РАН.

Сразу после доставки пострадавшего в хирургический стационар при отсутствии противопоказаний производится первичная хирургическая обработка раны, заключающаяся в рассечении раны и иссечении ее краев. Во время первичной обработки производятся также рассечение и дренирование всевозможных «карманов», иссечение нежизнеспособных тканей, удаление инородных тел. Основной смысл первичной хирургической обработки заключается в проведении механической антисептики и создании наиболее благоприятных условий для заживления раны.

В зависимости от сроков, прошедших с момента ранения до времени первичной хирургической обработки, выделяют: раннюю (в первые 24 ч.), отсроченную (до 48 ч.) и позднюю (после 48 ч.) первичную хирургическую обработку. Естественно, чем раньше будет произведена первичная хирургическая обработка, тем меньше возможность развития осложнений. Все виды «отсроченных» хирургических обработок раны – мера вынужденная, связанная с невозможностью быстрой доставки раненого в стационар или с большим наплывом раненых.

Однако даже ранняя первичная хирургическая обработка, проведенная в ближайшие часы после ранения высококвалифицированным хирургом, имеющим опыт лечения инфицированных ран, не может гарантировать отсутствия

осложнений, приводящих к тяжелым нагноениям, септическим состояниям и к возможной гибели пострадавшего.

При обширных, обильно загрязненных открытых повреждениях в процессе перекладывания и транспортировки пострадавшего возникает опасность механического проникновения инфекции вместе с землей и различными мелкими инородными телами из поверхностных слоев в глубжележащие отделы раны и межтканевые пространства, что повышает риск оставления инфекционного начала даже после хирургической обработки. Вот почему на догоспитальном этапе необходимо дифференцировать обработку колото-резаных, малозагрязненных ран и обширных раневых дефектов с обильным загрязнением. Таким образом, в отличие от первичной хирургической обработки следует выделить догоспитальную обработку ран. При обильном кровотечении из раны первоначально проводят мероприятия, направленные на гемостаз, а затем обработку раны и наложение повязки.

В начале любой догоспитальной обработки раны кожу вокруг нее на расстоянии не менее 20 см дважды обрабатывают 3% раствором йода или йодоната. При этом движения должны совершаться от раны к периферии. Для обработки кожи можно также использовать раствор первомура (смесь перекиси водорода и муравьиной кислоты). При выраженных загрязнениях землей, грязью, особенно в сочетании с маслом или мазутом, кожа может быть обработана бензином, раствором йод бензина (1 мл спиртового раствора йода в 100 мл очищенного бензина) или спиртом, после чего следует провести повторную обработку йодом. Если рана небольших размеров с ровными краями и незначительным кровотечением, то после наложения на нее подушки индивидуального пакета, салфетки или просто нескольких слоев бинта накладывается давящая повязка.

При больших дефектах тканей, ранах с неровными рваными краями, с наличием отслоенных и нежизнеспособных участков кожи, подкожной клетчатки и мышц должен осуществляться другой принцип догоспитальной обработки раны. Обильное загрязнение этих ран при плохом кровоснабжении ушибленных и размозженных участков ткани создает наиболее благоприятные условия для быстрого развития инфекции. Поэтому основная задача догоспитального этапа при подобных повреждениях должна быть направлена на поиски средств, способных как можно дольше задержать развитие инфекции от момента ранения до первичной хирургической обработки.

Обширные загрязненные раны после остановки кровотечения и обработки кожи в машине скорой помощи должны быть многократно (3 – 4 раза) промыты струёй любого имеющегося в наличии антисептика (фурацилин, фурагин, риванол, 0,5% раствор диоксидина и т. д.), пульсирующей струёй, для чего можно использовать подачу раствора из легко сжимаемых пластиковых флаконов, которые в большом количестве выпускаются предприятиями бытовой химии. В пробке флакона просверливают отверстие, куда плотно вставляют полихлорвиниловую трубку. Периодическим ритмичным сжатием такого флакона, заполненного антисептиком, создается пульсирующий струйный поток жидкости, хорошо отмывающий рану от загрязнений.

После промывания раны таким образом, без применения тампонов, на ее поверхность накладывают влажно-высыхающую повязку с гипертоническим раствором или с одним из антисептиков, что способствует уменьшению загрязненности раны. Перед наложением повязки по показаниям в ране может быть оставлена гемостатическая или желатиновая трубка, пропитанная антибиотиками широкого спектра действия.

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПЕРЕВЯЗКИ.

Осуществление перевязки состоит из следующих моментов:

Снятие старой повязки (если она есть). Эта манипуляция производится в направлении от одного конца раны к другому, т.к. тяга поперек раны увеличивает ее зияние и причиняет боль. Кожу при снятии повязки следует придерживать марлевым шариком или пинцетом. Присохшую повязку следует отслаивать шариком, смоченным 3% раствором перекиси водорода. Прочно присохшие повязки на кисти и стопе лучше удалять после ванночки из теплого 0,5% раствора лизола или 1:3000 перманганата калия.

Осмотр раны и окружающей ее области. При этом важно установить, в какой фазе находится раневой процесс.

Туалет окружающей раны кожи. Он осуществляется стерильными марлевыми шариками, сперва сухими, затем смоченными в растворе дезинфектанта.

Туалет раны состоит в удалении скопившегося гноя путем легкого прижатия стерильными шариками или промывания раствором перекиси водорода.

Подготовка к наложению новой повязки. Для повязки применяют сухие марлевые тампоны и тампоны, пропитанные антисептическими растворами. Отсасывающее действие тампона непродолжительное (сутки), а частая смена тампонов травмирует ткани. Поэтому зачастую применяется дренирование резиновой стерильной трубкой, которую обычно вводят в нижний угол раны. Такое дренирование помимо обеспечения оттока из раны, создает возможность постоянного орошения антисептическими средствами. До того как ввести тампоны или дренажи, вокруг раны смазывают цинковой мазью или пастой Лессара с целью защиты от раздражения и мацерации.

Наложение новой повязки, выбор повязки зависит от метода лечения и от фазы раневого процесса.

Фиксация повязки.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЯЗОК.

Существуют различные классификации повязок в зависимости от положенного в основу принципа. (см. Тему Десмургия)

По характеру используемого материала выделяют:

мягкую;

оттвердевающую;

жесткую.

По назначению:

укрепляющую:

защитную,

лекарственную,

давящую гемостатическую:

Повязку с вытяжением:

транспортную,

лечебную.

Иммобилизирующую

транспортную,

лечебную.

Коррегирующую.

По способу закрепления перевязочного материала:

лейкопластырную,

клеевую,

косыночную,

пращевидную,

Т-образную,

бинтовую,

повязку, укрепленную трубчатым бинтом.

По типу бинтования:

циркулярная,

спиральная,

ползучая, крестообразная (8-ми образная),

черепашья (сходящаяся и расходящаяся),

возвращающаяся,

колосовидная,

повязка Дезо,

повязки на голову (шапочка Гиппократа, чепец, повязка на один и оба глаза).

По характеру и цели иммобилизации:

Транспортная иммобилизация:

мягкие иммобилизирующие,

шинные иммобилизирующие с использованием стандартных и импровизированных шин,

отвердевающие иммобилизирующие повязки,

гипсовые шины.

Лечебная иммобилизация:

шинные иммобилизирующие повязки с использованием лечебных шин,

использование экстензионно-компрессионных аппаратов,

использование установочных шин и приспособлений для постоянного вытяжения,

отвердевающие повязки (гипсовые, крахмальные, клеевые).

В случае необходимости медицинская сестра перевязочной должна уметь в кратчайшие сроки развернуться для проведения любых видов операционных вмешательств, анестезиологических пособий, т.е. в данном случае так же необходима специальная подготовка, хорошие личностные качества.

Эвакуационная площадка.

Медицинская эвакуация – это система мероприятий по удалению из зоны катастрофы пораженных, нуждающихся в медицинской помощи и лечении за ее пределами. Она начинается с организованного выноса, вывода и вывоза пострадавших с объектов народного хозяйства (участков), района (зоны) катастрофы, где обеспечивается оказание им первой медицинской помощи, и завершается с доставкой их в лечебные учреждения, оказывающие полный объем медицинской помощи и обеспечивающие окончательное лечение.

Быстрая доставка пораженных на первый и конечный этапы медицинской эвакуации является одним из главных средств достижения своевременности в оказании медицинской помощи и объединении рассредоточенных на местности и во времени лечебно-эвакуационных мероприятий в одно целое.

Наряду с этим эвакуация содействует высвобождению от пострадавших работающих в зоне катастрофы санитарных дружин, медицинского персонала медсанчасти пострадавшего объекта, бригад скорой медицинской помощи, бригад экстренной медицинской помощи (врачебно-сестринских бригад) и других формирований. В то же время, любая транспортировка тяжелопострадавших неблагоприятно влияет на состояние пораженного и течение патологического

процесса. Конечная цель эвакуации – госпитализация пострадавшего в соответствующее лечебное учреждение

Эвакуационная площадка в настоящее время развертывается под открытым небом, в ее оснащении: комплект носилок и подставок под них, медицинские укладки и перевязочный материал. В эвакуационной работают: медицинская сестра и звено санитаров-носильщиков.

Эвакуация пострадавших из МЛК ведется силами местных бригад скорой помощи и санитарными машин ЦМК.

В целом МЛК рассчитан на 24-часовую автономную работу, и за это время он в состоянии оказать медицинскую помощь до 300 пострадавшим.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Моделирование процесса ликвидации медицинских последствий чрезвычайных ситуаций. Методические рекомендации (№16). М., 1999.

2. *Кошелев М.К*. Медицина катастроф. Учеб. пособие. СПб.: «Элби-Спб», 2005. 320 с.

3. Медицина катастроф. Учеб. пособие /под ред. проф. В.М. Рябочкина, профессора Г. И. Назаренко. М. «ИНИ Лтд» 1996.

4. Приказ главного управления здравоохранения № 434-П от 07.12.89 г. Положение о работе станций и отделений скорой медицинской помощи. Примерные должностные инструкции медицинского персонала. Главное

управление здравоохранения Свердловского облисполкома Объединение «СКОРАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ» г. Свердловск, 1990.

5. Организация экстренной медицинской помощи населению при стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях/ Под ред. проф. В.В. Мешкова. М., 1992.

6. Особенности патологии поражения, экстренной медицинской помощи населению при стихийных бедствиях и других катастрофах (частные вопросы медицины катастроф) /Под ред. акад. РАМН проф. Г.А. Рябова. М., 1993.

7. Основные понятия и определения медицины катастроф: Словарь. Под общей редакцией профессора С.Ф. Гончарова. М., 1997.

8. Положение о мобильном комплексе Центра медицины катастроф и неотложных состояний. Екатеринбург, 1997 .

Приложение № 1

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 30 декабря 2003 г. N 794

О ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.05.2005 N 335,

от 03.10.2006 N 600)

Во исполнение Федерального закона "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" и в целях совершенствования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемое Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

2. Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по согласованию с федеральными органами исполнительной власти внести в 6-месячный срок в Правительство Российской Федерации предложения о возложении на федеральные органы исполнительной власти функций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

3. Министерству транспорта Российской Федерации обеспечивать в первоочередном порядке по заявкам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий доставку к зоне чрезвычайной ситуации и возвращение обратно сил, средств и специальных грузов, необходимых для предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации, за счет средств, выделяемых Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий на ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

4. Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий при организации и проведении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций использовать в установленном порядке для управления силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций линии, каналы и средства единой сети электросвязи Российской Федерации.

5. Признать утратившими силу:

Постановление Правительства Российской Федерации от 5 ноября 1995 г. N 1113 "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, N 46, ст. 4459);

пункт 11 Постановления Правительства Российской Федерации от 22 апреля 1997 г. N 462 "О внесении изменений и дополнений в некоторые решения Правительства Российской Федерации по вопросам гражданской авиации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, N 17, ст. 2011);

Постановление Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2002 г. N 227 "О внесении дополнений и изменений в Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, N 15, ст. 1439).

Председатель Правительства

Российской Федерации

М.КАСЬЯНОВ

Утверждено

Постановлением Правительства

Российской Федерации

от 30 декабря 2003 г. N 794

ПОЛОЖЕНИЕ

О ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.05.2005 N 335,

от 03.10.2006 N 600)

1. Настоящее Положение определяет порядок организации и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), далее именуемой единой системой.

2. Единая система объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, и осуществляет свою деятельность в целях выполнения задач, предусмотренных Федеральным законом "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

3. Единая система, состоящая из функциональных и территориальных подсистем, действует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

(п. 3 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

4. Функциональные подсистемы единой системы создаются федеральными органами исполнительной власти согласно приложению для организации работы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности этих органов.

Организация, состав сил и средств функциональных подсистем, а также порядок их деятельности определяются положениями о них, утверждаемыми руководителями федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Положение о функциональной подсистеме реагирования и ликвидации последствий аварий с ядерным оружием в Российской Федерации, а также положения о других функциональных подсистемах единой системы, создаваемых федеральными органами исполнительной власти в соответствии с решениями Правительства Российской Федерации, утверждаются Правительством Российской Федерации по представлениям федеральных органов

исполнительной власти, согласованным с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

5. Территориальные подсистемы единой системы создаются в субъектах Российской Федерации для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

Организация, состав сил и средств территориальных подсистем, а также порядок их деятельности определяются положениями о них, утверждаемыми в установленном порядке органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

6. На каждом уровне единой системы создаются координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

7. Координационными органами единой системы являются:

на федеральном уровне - Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти;

на региональном уровне (в пределах территории субъекта Российской Федерации) - комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

на муниципальном уровне (в пределах территории муниципального образования) - комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа местного самоуправления;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

на объектовом уровне - комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности организации.

В пределах соответствующего федерального округа (межрегиональный уровень) функции и задачи по обеспечению координации деятельности федеральных органов исполнительной власти и организации взаимодействия федеральных органов исполнительной власти с органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и общественными объединениями в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций осуществляет в установленном порядке полномочный представитель Президента Российской Федерации в федеральном округе.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

8. Образование, реорганизация и упразднение комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, определение их компетенции, утверждение руководителей и персонального состава осуществляются соответственно Правительством Российской Федерации, федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Компетенция комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, а также порядок принятия решений определяются в положениях о них или в решениях об их образовании.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций возглавляются соответственно руководителями указанных органов и организаций или их заместителями.

9. Основными задачами комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в соответствии с их компетенцией являются:

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

а) разработка предложений по реализации государственной политики в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

б) координация деятельности органов управления и сил единой системы;

в) обеспечение согласованности действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций при решении задач в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности, а также восстановления и строительства жилых домов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, социальной сферы, производственной и инженерной инфраструктуры, поврежденных и разрушенных в результате чрезвычайных ситуаций;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

г) рассмотрение вопросов о привлечении сил и средств гражданской обороны к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в порядке, установленном федеральным законом.

(пп. "г" введен Постановлением Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Иные задачи могут быть возложены на соответствующие комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности решениями Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в соответствии с законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации и нормативными правовыми актами органов местного самоуправления.

10. Постоянно действующими органами управления единой системы являются:

на федеральном уровне - Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, подразделения федеральных органов исполнительной власти для решения задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны;

на межрегиональном уровне - территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации

последствий стихийных бедствий - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - региональные центры);

на региональном уровне - территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий - органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации (далее - главные управления Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации);

на муниципальном уровне - органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны при органах местного самоуправления;

на объектовом уровне - структурные подразделения организаций, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны.

Постоянно действующие органы управления единой системы создаются и осуществляют свою деятельность в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами.

Компетенция и полномочия постоянно действующих органов управления единой системы определяются соответствующими положениями о них или уставами указанных органов управления.

(п. 10 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

11. Органами повседневного управления единой системы являются:

центры управления в кризисных ситуациях, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти;

центры управления в кризисных ситуациях региональных центров;

центры управления в кризисных ситуациях главных управлений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации, информационные

центры, дежурно-диспетчерские службы органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований;

дежурно-диспетчерские службы организаций (объектов).

Указанные органы создаются и осуществляют свою деятельность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

12. Размещение органов управления единой системы в зависимости от обстановки осуществляется на стационарных или подвижных пунктах управления, оснащаемых техническими средствами управления, средствами связи, оповещения и жизнеобеспечения, поддерживаемых в состоянии постоянной готовности к использованию.

13. К силам и средствам единой системы относятся специально подготовленные силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, предназначенные и выделяемые (привлекаемые) для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Состав сил и средств единой системы определяется Правительством Российской Федерации.

Силы и средства гражданской обороны привлекаются к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и регионального характера в порядке, установленном федеральным законом.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

14. В состав сил и средств каждого уровня единой системы входят силы и средства постоянной готовности, предназначенные для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и проведения работ по их ликвидации (далее – силы постоянной готовности).

Основу сил постоянной готовности составляют аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования, иные службы и формирования, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментом, материалами с учетом

обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне чрезвычайной ситуации в течение не менее 3 суток.

Перечень сил постоянной готовности федерального уровня утверждается Правительством Российской Федерации по представлению Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, согласованному с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и организациями.

Перечень сил постоянной готовности территориальных подсистем утверждается органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации по согласованию с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Состав и структуру сил постоянной готовности определяют создающие их федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, организации и общественные объединения исходя из возложенных на них задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

15. Координацию деятельности аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, общественных объединений, участвующих в проведении аварийно-спасательных работ и действующих на всей или большей части территории Российской Федерации, а также всех видов пожарной охраны осуществляет в установленном порядке Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Координацию деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований на территориях субъектов Российской Федерации осуществляют в установленном порядке главные управления Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам Российской Федерации.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Координацию деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований на территориях муниципальных образований осуществляют органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны при органах местного самоуправления.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

16. Привлечение аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к ликвидации чрезвычайных ситуаций осуществляется:

в соответствии с планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на обслуживаемых указанными службами и формированиями объектах и территориях;

в соответствии с планами взаимодействия при ликвидации чрезвычайных ситуаций на других объектах и территориях;

по решению федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, осуществляющих руководство деятельностью указанных служб и формирований.

Привлечение профессиональных аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к ликвидации чрезвычайных ситуаций за пределами территории Российской Федерации осуществляется по решению Правительства Российской Федерации в соответствии с нормами международного права на основе международных договоров Российской Федерации.

Общественные аварийно-спасательные формирования могут участвовать в соответствии с законодательством Российской Федерации в ликвидации чрезвычайных ситуаций и действуют под руководством соответствующих органов управления единой системы.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

17. Специально подготовленные силы и средства Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов, выполняющих задачи в области обороны, привлекаются для ликвидации чрезвычайных ситуаций в порядке, определяемом Президентом Российской Федерации.

Силы и средства органов внутренних дел Российской Федерации, включая территориальные органы, применяются при ликвидации чрезвычайных ситуаций в соответствии

с задачами, возложенными на них законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

18. Подготовка работников федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, специально уполномоченных решать задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и включенных в состав органов управления единой системы, организуется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Методическое руководство, координацию и контроль за подготовкой населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций осуществляет Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

19. Готовность аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к реагированию на чрезвычайные ситуации и проведению работ по их ликвидации проверяется в ходе аттестации, а также в ходе проверок, осуществляемых в пределах своих полномочий Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и его территориальными органами, органами государственного надзора и контроля, а также федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями, создающими указанные службы и формирования.

(п. 19 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

20. Для ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются и используются:

резервный фонд Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий;

запасы материальных ценностей для обеспечения неотложных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, находящиеся в составе государственного материального резерва;

резервы финансовых и материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

резервы финансовых и материальных ресурсов субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

Порядок создания, использования и восполнения резервов финансовых и материальных ресурсов определяется законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации и нормативными правовыми актами органов местного самоуправления и организациями.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Номенклатура и объем резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также контроль за их созданием, хранением, использованием и восполнением устанавливаются создающим их органом.

21. Управление единой системой осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил единой системы и населения.

Приоритетное использование любых сетей связи и средств связи, приостановление или ограничение использования этих сетей и средств связи во время чрезвычайных ситуаций осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

22. Информационное обеспечение в единой системе осуществляется с использованием автоматизированной информационно-управляющей системы, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации.

Для приема сообщений о чрезвычайных ситуациях, в том числе вызванных пожарами, в телефонных сетях населенных пунктов устанавливается единый номер – 01.

Сбор и обмен информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации,

органами местного самоуправления и организациями в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Сроки и формы представления указанной информации устанавливаются Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по согласованию с федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Обмен информацией с иностранными государствами осуществляется в соответствии с международными договорами.

23. Проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в рамках единой системы осуществляется на основе федерального плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, межрегиональных планов взаимодействия субъектов Российской Федерации, а также планов действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Организационно-методическое руководство планированием действий в рамках единой системы осуществляет Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

24. При отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах, территориях или акваториях органы управления и силы единой системы функционируют в режиме повседневной деятельности.

Решениями руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, на территории которых могут возникнуть или возникли чрезвычайные ситуации, либо к полномочиям которых отнесена ликвидация чрезвычайных ситуаций, для соответствующих органов управления и сил единой системы может устанавливаться один из следующих режимов функционирования:

а) режим повышенной готовности – при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;

б) режим чрезвычайной ситуации – при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

25. Решениями руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций о введении для соответствующих органов управления и сил единой системы режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации определяются:

а) обстоятельства, послужившие основанием для введения режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации;

б) границы территории, на которой может возникнуть чрезвычайная ситуация, или границы зоны чрезвычайной ситуации;

в) силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации;

г) перечень мер по обеспечению защиты населения от чрезвычайной ситуации или организации работ по ее ликвидации;

д) должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению чрезвычайной ситуации, или руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций должны информировать население через средства массовой информации и по иным каналам связи о введении на конкретной территории соответствующих режимов функционирования органов управления и сил единой системы, а также мерах по обеспечению безопасности населения.

26. При устранении обстоятельств, послуживших основанием для введения на соответствующих территориях режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации, руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций отменяют установленные режимы функционирования органов управления и сил единой системы.

27. При угрозе возникновения или возникновении региональных, федеральных и трансграничных чрезвычайных ситуаций режимы функционирования органов управления и сил соответствующих подсистем единой системы могут устанавливаться решениями

Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

28. Основными мероприятиями, проводимыми органами управления и силами единой системы, являются:

а) в режиме повседневной деятельности:

изучение состояния окружающей среды и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;

сбор, обработка и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

разработка и реализация целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

планирование действий органов управления и сил единой системы, организация подготовки и обеспечения их деятельности;

подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;

пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

руководство созданием, размещением, хранением и восполнением резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

проведение в пределах своих полномочий государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

осуществление в пределах своих полномочий необходимых видов страхования;

проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению и возвращению соответственно в места постоянного проживания либо хранения, а также жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях;

ведение статистической отчетности о чрезвычайных ситуациях, участие в расследовании причин аварий и катастроф, а также выработке мер по устранению причин подобных аварий и катастроф;

б) в режиме повышенной готовности:

усиление контроля за состоянием окружающей среды, прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий;

введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил единой системы на стационарных пунктах управления;

непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам единой системы данных о прогнозируемых чрезвычайных ситуациях, информирование населения о приемах и способах защиты от них;

принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях;

уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и иных документов;

приведение при необходимости сил и средств единой системы в готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации, формирование оперативных групп и организация выдвижения их в предполагаемые районы действий;

восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

проведение при необходимости эвакуационных мероприятий;

в) в режиме чрезвычайной ситуации:

непрерывный контроль за состоянием окружающей среды, прогнозирование развития возникших чрезвычайных ситуаций и их последствий;

оповещение руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также населения о возникших чрезвычайных ситуациях;

проведение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

организация работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и всестороннему обеспечению действий сил и средств единой системы, поддержанию общественного порядка в ходе их проведения, а также привлечению при необходимости в установленном порядке общественных организаций и населения к ликвидации возникших чрезвычайных ситуаций;

непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне чрезвычайной ситуации и в ходе проведения работ по ее ликвидации;

организация и поддержание непрерывного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;

проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях.

29. При введении режима чрезвычайного положения по обстоятельствам, предусмотренным в пункте "а" статьи 3 Федерального конституционного закона "О чрезвычайном положении", для органов управления и сил соответствующих подсистем единой системы устанавливается режим повышенной готовности, а при введении режима чрезвычайного положения по обстоятельствам, предусмотренным в пункте "б" указанной статьи, - режим чрезвычайной ситуации.

В режиме чрезвычайного положения органы управления и силы единой системы функционируют с учетом особого правового режима деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций.

30. Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется:

локальной – силами и средствами организации;

муниципальной – силами и средствами органов местного самоуправления;

межмуниципальной и региональной – силами и средствами органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации;

межрегиональной и федеральной – силами и средствами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации.

При недостаточности указанных сил и средств привлекаются в установленном порядке силы и средства федеральных органов исполнительной власти.

(п. 30 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

31. Ликвидация трансграничной чрезвычайной ситуации осуществляется по решению Правительства Российской Федерации в соответствии с международными договорами.

32. Руководство силами и средствами, привлеченными к ликвидации чрезвычайных ситуаций, и организацию их взаимодействия осуществляют руководители работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Руководители аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований, прибывшие в зоны чрезвычайных ситуаций первыми, принимают полномочия руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и исполняют их до прибытия руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, определенных законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации, планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций или назначенных органами государственной власти, органами местного самоуправления, руководителями организаций, к полномочиям которых отнесена ликвидация чрезвычайных ситуаций.

Руководители работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций по согласованию с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями, на территориях которых возникла чрезвычайная ситуация, устанавливают границы зоны чрезвычайной ситуации, порядок и особенности действий по ее локализации, а также принимают решения по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Решения руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций являются обязательными для всех граждан и организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

33. В случае крайней необходимости руководители работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций вправе самостоятельно принимать решения по следующим вопросам:

проведение эвакуационных мероприятий;

остановка деятельности организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации;

проведение аварийно-спасательных работ на объектах и территориях организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации;

ограничение доступа людей в зону чрезвычайной ситуации;

разбронирование в установленном порядке резервов материальных ресурсов организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, за исключением материальных ценностей государственного материального резерва;

использование в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, средств связи и оповещения, транспортных средств и иного имущества организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации;

привлечение к проведению работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций нештатных и общественных аварийно-спасательных формирований, а также спасателей, не входящих в состав указанных формирований, при наличии у них документов, подтверждающих их аттестацию на проведение аварийно-спасательных работ;

привлечение на добровольной основе населения к проведению неотложных работ, а также отдельных граждан, не являющихся спасателями, к проведению аварийно-спасательных работ;

принятие других необходимых мер, обусловленных развитием чрезвычайных ситуаций и ходом работ по их ликвидации.

Руководители работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций незамедлительно информируют о принятых ими в случае крайней необходимости решениях соответствующие органы исполнительной власти, органы местного самоуправления и организации.

34. Финансовое обеспечение функционирования единой системы и мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций осуществляется за счет средств соответствующих бюджетов и собственников (пользователей) имущества в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Организации всех форм собственности участвуют в ликвидации чрезвычайных ситуаций за счет собственных средств.

Финансирование целевых программ по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечению устойчивого функционирования организаций осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Выделение средств на финансирование мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций из резервного фонда Правительства Российской Федерации по предупреждению и

ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В целях оперативной ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий может использовать в установленном порядке целевой финансовый резерв по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на промышленных предприятиях, в строительстве и на транспорте.

(п. 34 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

35. Выпуск материальных ценностей из государственного материального резерва, предназначенных для обеспечения неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, осуществляется в соответствии с Федеральным законом "О государственном материальном резерве" и иными нормативными правовыми актами.

36. Порядок организации и осуществления работ по профилактике пожаров и непосредственному их тушению, а также проведения аварийно-спасательных работ, возложенных на пожарную охрану, определяется законодательными и иными нормативными правовыми актами в области пожарной безопасности, в том числе техническими регламентами.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.05.2005 N 335)

Тушение пожаров в лесах осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

37. Международная гуманитарная помощь государствам, на территориях которых возникли чрезвычайные ситуации, предоставляется в соответствии с международными договорами Российской Федерации в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Приложение

к Положению о единой

государственной системе

предупреждения и ликвидации

чрезвычайных ситуаций

ПЕРЕЧЕНЬ

СОЗДАВАЕМЫХ ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ОРГАНАМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.05.2005 N 335,

от 03.10.2006 N 600)

МВД России

Функциональная подсистема охраны общественного порядка

МЧС России

Функциональные подсистемы:

мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

предупреждения и тушения пожаров;

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на подводных потенциально опасных объектах во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации;

координации деятельности по поиску и спасанию людей во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации

Минобороны России

Функциональная подсистема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Вооруженных Сил Российской Федерации

Спецстрой России

Фукциональные подсистемы:

восстановления специальных объектов в зоне чрезвычайных ситуаций;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности Спецстроя России

Минздравсоцразвития России

Функциональные подсистемы:

Всероссийской службы медицины катастроф;

резервов медицинских ресурсов;

надзора за санитарно-эпидемиологической обстановкой;

социальной защиты населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций

Минобрнауки России

Функциональные подсистемы:

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности Минобрнауки России и находящихся в его ведении федеральных служб и федеральных агентств;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности Роснауки;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности Рособразования;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в сфере деятельности Роспатента

МПР России

Функциональные подсистемы:

противопаводковых мероприятий и безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Росводресурсов;

охраны лесов от пожаров и защиты их от вредителей и болезней леса (Рослесхоз);

мониторинга состояния недр (Роснедра)

Минпромэнерго России

Функциональные подсистемы:

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении Минпромэнерго России, Росэнерго, Роспрома и Ростехрегулирования;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) топливно-энергетического комплекса;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) оборонно-промышленного комплекса;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) гражданских отраслей промышленности;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) уничтожения химического оружия

Минтранс России

Функциональные подсистемы:

транспортного обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций;

организации и координации деятельности поисковых и аварийно-спасательных служб (как российских, так и иностранных) при поиске и спасании людей и судов, терпящих бедствие на море в поисково-спасательных районах Российской Федерации (Росморречфлот);

(в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10.2006 N 600)

организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в море с судов и объектов независимо от их ведомственной и национальной принадлежности (Росморречфлот);

(в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10.2006 N 600)

организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях с судов и объектов морского и речного транспорта (Росморречфлот);

(в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10.2006 N 600)

поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов гражданской авиации;

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте

Мининформсвязи России

Функциональные подсистемы:

информационно-технологической инфраструктуры;

электросвязи и почтовой связи

Минсельхоз России

Функциональные подсистемы:

защиты сельскохозяйственных животных;

защиты сельскохозяйственных растений;

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) агропромышленного комплекса;

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении или входящих в сферу деятельности Росрыболовства

Минэкономразвития России

Функциональная подсистема государственного материального резерва

Минрегион России

Функциональные подсистемы:

защиты городов, населенных пунктов от аварий, катастроф и стихийных бедствий;

предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Росстроя

Росатом

Функциональная подсистема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Росатома

Росгидромет

Функциональные подсистемы:

наблюдения, оценки и прогноза опасных гидрометеорологических и гелиогеофизических явлений и загрязнения окружающей природной среды;

предупреждения о цунами (совместно с Геофизической службой Российской академии наук, МЧС России, Мининформсвязи России, администрациями субъектов Российской Федерации в Дальневосточном регионе)

Ростехнадзор

Функциональные подсистемы:

контроля за ядерно и радиационно опасными объектами;

контроля за химически опасными и взрывоопасными объектами.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 26 ноября 2007 г. N 804

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ

О ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В соответствии с Федеральным законом "О гражданской обороне" и Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. N 868 "Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий" Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемое Положение о гражданской обороне в Российской Федерации.

2. Признать утратившими силу:

Постановление Правительства Российской Федерации от 10 июня 1999 г. N 620 "О гражданских организациях гражданской обороны" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 24, ст. 2982);

Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 1999 г. N 1266 "О федеральных службах гражданской обороны" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 47, ст. 5718);

пункт 44 изменений и дополнений, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации по вопросам пожарной безопасности, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 августа 2003 г. N 475 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, N 33, ст. 3269).

Председатель Правительства

Российской Федерации

В.ЗУБКОВ

Утверждено

Постановлением Правительства

Российской Федерации

от 26 ноября 2007 г. N 804

ПОЛОЖЕНИЕ

О ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Настоящее Положение разработано в соответствии с Федеральным законом "О гражданской обороне" и определяет порядок подготовки к ведению и ведения гражданской обороны в Российской Федерации, а также основные мероприятия по гражданской обороне.

2. Подготовка к ведению гражданской обороны заключается в заблаговременном выполнении мероприятий по подготовке к защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ведение гражданской обороны заключается в выполнении мероприятий по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Мероприятия по гражданской обороне в Российской Федерации организуются и проводятся на всей территории страны на федеральном, региональном, муниципальном уровнях и в организациях в соответствии с Конституцией Российской Федерации, федеральными

конституционными законами, федеральными законами, нормативными правовыми актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, нормативными правовыми актами Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а также настоящим Положением.

3. Федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации в целях решения задач в области гражданской обороны в соответствии с установленными полномочиями создают и содержат силы, средства, объекты гражданской обороны, запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, планируют и осуществляют мероприятия по гражданской обороне.

4. Порядок подготовки к ведению и ведения гражданской обороны:

в федеральном органе исполнительной власти определяется положением об организации и ведении гражданской обороны в федеральном органе исполнительной власти, утверждаемым его руководителем по согласованию с Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

в субъекте Российской Федерации определяется положением об организации и ведении гражданской обороны в субъекте Российской Федерации, утверждаемым высшим должностным лицом субъекта Российской Федерации (руководителем высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации) по согласованию с соответствующим региональным центром по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

в муниципальном образовании утверждается руководителем органа местного самоуправления в соответствии с положением об организации и ведении гражданской обороны в муниципальном образовании, разрабатываемым и утверждаемым Министерством;

в организации утверждается руководителем этой организации в соответствии с положением об организации и ведении гражданской обороны в организации, разрабатываемым и утверждаемым Министерством.

5. Ведение гражданской обороны осуществляется:

в Российской Федерации - на основе Плана гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации;

в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях - на основе соответствующих планов гражданской обороны и защиты населения субъектов Российской Федерации и муниципальных образований;

в федеральных органах исполнительной власти и организациях - на основе соответствующих планов гражданской обороны федеральных органов исполнительной власти и организаций.

Планы гражданской обороны и защиты населения (планы гражданской обороны) определяют объем, организацию, порядок, способы и сроки выполнения мероприятий по приведению гражданской обороны в установленные степени готовности при переводе ее с мирного на военное время, в ходе ее ведения, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Порядок разработки, согласования и утверждения планов гражданской обороны и защиты населения (планов гражданской обороны) определяется Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

6. В целях обеспечения организованного и планомерного осуществления мероприятий по гражданской обороне, в том числе своевременного оповещения населения о прогнозируемых и возникших опасностях в военное время, на территории Российской Федерации организуется сбор информации в области гражданской обороны (далее - информация) и обмен ею.

Сбор информации и обмен ею осуществляются федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, а также организациями, имеющими потенциально опасные производственные объекты и эксплуатирующими их, и организациями, имеющими важное оборонное и экономическое значение или представляющими высокую степень опасности возникновения чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время.

Федеральные органы исполнительной власти представляют информацию в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Кроме того, федеральные органы исполнительной власти, в пределах своей компетенции осуществляющие наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, доводят сведения о прогнозируемых и возникших опасностях в военное время до органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации представляют информацию в территориальные органы Министерства (региональные центры), органы местного самоуправления - в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, организации - в орган местного самоуправления и в федеральный орган исполнительной власти, к сфере деятельности которого они относятся или в ведении которого находятся.

7. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с обучением населения в области гражданской обороны, являются:

развитие нормативно-методического обеспечения функционирования единой системы подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

планирование и осуществление обучения населения в области гражданской обороны;

создание, оснащение и всестороннее обеспечение учебно-методических центров по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации, других образовательных учреждений дополнительного профессионального образования должностных лиц и работников гражданской обороны, а также курсов гражданской обороны муниципальных образований и учебно-консультационных пунктов по гражданской обороне;

создание и поддержание в рабочем состоянии учебной материально-технической базы для подготовки работников организаций в области гражданской обороны;

пропаганда знаний в области гражданской обороны.

8. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с оповещением населения об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являются:

создание и поддержание в состоянии постоянной готовности системы централизованного оповещения населения, осуществление ее модернизации на базе технических средств нового поколения;

создание локальных систем оповещения;

установка специализированных технических средств оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей;

комплексное использование средств единой сети электросвязи Российской Федерации, сетей и средств радио-, проводного и телевизионного вещания, а также других технических средств передачи информации;

сбор информации и обмен ею.

9. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с эвакуацией населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, являются:

организация планирования, подготовки и проведения эвакуации;

подготовка районов размещения населения, материальных и культурных ценностей, подлежащих эвакуации;

создание и организация деятельности эвакуационных органов, а также подготовка их личного состава.

10. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с предоставлением населению убежищ и средств индивидуальной защиты, являются:

строительство, поддержание в состоянии постоянной готовности к использованию по предназначению и техническое обслуживание защитных сооружений гражданской обороны и их технических систем;

приспособление в мирное время и при переводе гражданской обороны с мирного на военное время заглубленных помещений, метрополитенов и других сооружений подземного пространства для укрытия населения;

подготовка в мирное время и строительство при переводе гражданской обороны с мирного на военное время быстровозводимых защитных сооружений гражданской обороны с упрощенным внутренним оборудованием и укрытий простейшего типа;

обеспечение укрытия населения в защитных сооружениях гражданской обороны;

накопление, хранение, освежение и использование по предназначению средств индивидуальной защиты населения;

обеспечение выдачи населению средств индивидуальной защиты и предоставления средств коллективной защиты в установленные сроки.

11. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с обеспечением световой и других видов маскировки, являются:

определение перечня объектов, подлежащих маскировке;

разработка планов осуществления комплексной маскировки территорий, отнесенных в установленном порядке к группам по гражданской обороне, а также организаций, являющихся вероятными целями при использовании современных средств поражения;

создание и поддержание в состоянии постоянной готовности к использованию по предназначению запасов материально-технических средств, необходимых для проведения мероприятий по осуществлению световой и других видов маскировки;

проведение инженерно-технических мероприятий по уменьшению демаскирующих признаков организаций, отнесенных в установленном порядке к категориям по гражданской обороне.

12. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с проведением аварийно-спасательных работ в случае возникновения опасностей для населения при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, являются:

создание, оснащение и подготовка необходимых сил и средств гражданской обороны, а также разработка планов их действий;

создание и поддержание в состоянии постоянной готовности к использованию по предназначению запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств для всестороннего обеспечения аварийно-спасательных работ;

разработка современных технологий и технических средств для проведения аварийно-спасательных работ;

организация взаимодействия сил гражданской обороны с Вооруженными Силами Российской Федерации, другими войсками, воинскими формированиями и органами, а также со специальными формированиями, создаваемыми в военное время.

13. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с первоочередным обеспечением населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий, в том числе с медицинским обслуживанием, включая оказание первой медицинской помощи, со срочным предоставлением жилья и принятием других необходимых мер, являются:

планирование и организация основных видов жизнеобеспечения населения;

создание и поддержание в постоянной готовности к использованию по предназначению запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;

нормированное снабжение населения продовольственными и непродовольственными товарами;

предоставление населению коммунально-бытовых услуг;

проведение санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий среди населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий;

осуществление эвакуации пострадавших в лечебные учреждения;

определение численности населения, оставшегося без жилья;

инвентаризация сохранившегося и оценка состояния поврежденного жилого фонда, определение возможности его использования для размещения пострадавшего населения, размещение людей, оставшихся без жилья, в домах отдыха, пансионатах и других оздоровительных учреждениях, временных жилищах (сборных домах, палатках, землянках и т.п.), а также осуществление подселения населения на площадь сохранившегося жилого фонда;

предоставление населению информационно-психологической поддержки.

14. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с борьбой с пожарами, возникшими при ведении военных действий или вследствие этих действий, являются:

создание необходимых противопожарных сил, их оснащение материально-техническими средствами и подготовка в области гражданской обороны;

тушение пожаров в районах проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в военное время;

тушение пожаров на объектах, отнесенных в установленном порядке к категориям по гражданской обороне, в военное время.

15. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с обнаружением и обозначением районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному заражению, являются:

создание и обеспечение готовности сети наблюдения и лабораторного контроля на базе организаций, расположенных на территории Российской Федерации, имеющих специальное оборудование (технические средства) и работников, подготовленных для решения задач, связанных с обнаружением и идентификацией различных видов заражения и загрязнения;

введение режимов радиационной защиты на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;

совершенствование методов и технических средств мониторинга состояния радиационной, химической, биологической обстановки, в том числе оценка степени зараженности и загрязнения продовольствия и объектов окружающей среды радиоактивными, химическими и биологическими веществами.

16. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с санитарной обработкой населения, обеззараживанием зданий и сооружений, со специальной обработкой техники и территорий, являются:

заблаговременное создание запасов дезактивирующих, дегазирующих и дезинфицирующих веществ и растворов;

создание сил гражданской обороны для проведения санитарной обработки населения и обеззараживания техники, зданий и территорий, а также их оснащение и подготовка в области гражданской обороны;

организация проведения мероприятий по обеззараживанию техники, зданий и территорий, санитарной обработке населения.

17. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с восстановлением и поддержанием порядка в районах, пострадавших при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являются:

создание сил охраны общественного порядка, их оснащение материально-техническими средствами и подготовка в области гражданской обороны;

восстановление и охрана общественного порядка, обеспечение безопасности дорожного движения в городах и других населенных пунктах, на маршрутах эвакуации населения и выдвижения сил гражданской обороны;

охрана объектов, подлежащих обязательной охране органами внутренних дел, и имущества юридических и физических лиц (в соответствии с договором), принятие мер по охране имущества, оставшегося без присмотра.

18. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной со срочным восстановлением функционирования необходимых коммунальных служб в военное время, являются:

обеспечение готовности коммунальных служб к работе в условиях военного времени, разработка планов их действий;

создание запасов оборудования и запасных частей для ремонта поврежденных систем газо-, энерго- и водоснабжения;

создание и подготовка резерва мобильных средств для очистки, опреснения и транспортировки воды;

создание на водопроводных станциях необходимых запасов реагентов, реактивов, консервантов и дезинфицирующих средств;

создание запасов резервуаров и емкостей, сборно-разборных трубопроводов, мобильных резервных и автономных источников энергии, другого необходимого оборудования и технических средств.

19. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной со срочным захоронением трупов в военное время, являются:

заблаговременное определение мест возможных захоронений;

создание, подготовка и поддержание в готовности сил и средств гражданской обороны для обеспечения мероприятий по срочному захоронению трупов, в том числе на базе специализированных ритуальных организаций;

организация и проведение мероприятий по осуществлению опознания, учету и захоронения с соблюдением установленных законодательством правил;

организация санитарно-эпидемиологического надзора.

20. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с разработкой и осуществлением мер, направленных на сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики и выживания населения в военное время, являются:

создание и организация работы в мирное и военное время комиссий по вопросам повышения устойчивости функционирования объектов экономики;

рациональное размещение населенных пунктов, объектов экономики и инфраструктуры, а также средств производства в соответствии с требованиями строительных норм и правил осуществления инженерно-технических мероприятий гражданской обороны;

разработка и проведение мероприятий, направленных на повышение надежности функционирования систем и источников газо-, энерго- и водоснабжения;

разработка и реализация в мирное и военное время инженерно-технических мероприятий гражданской обороны;

планирование, подготовка и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ на объектах экономики, продолжающих работу в военное время;

заблаговременное создание запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, необходимых для сохранения и (или) восстановления производственного процесса;

создание страхового фонда документации;

повышение эффективности защиты производственных фондов при воздействии на них современных средств поражения.

21. Основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с обеспечением постоянной готовности сил и средств гражданской обороны, являются:

создание и оснащение современными техническими средствами сил гражданской обороны;

обучение сил гражданской обороны, проведение учений и тренировок по гражданской обороне;

разработка и корректировка планов действий сил гражданской обороны;

разработка высокоэффективных технологий для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;

определение порядка взаимодействия и привлечения сил и средств гражданской обороны, а также всестороннее обеспечение их действий.

22. Финансирование мероприятий по гражданской обороне и защите населения осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

11 июля 2004 года

УКАЗ N 868

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОПРОСЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ

СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ

СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

(в ред. Указа Президента РФ от 21.10.2005 N 1228)

В соответствии с Федеральным конституционным законом от 17 декабря 1997 г. N 2-ФКЗ "О Правительстве Российской Федерации", в целях реализации единой государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных

ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах постановляю:

1. Утвердить прилагаемое Положение о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

2. Установить, что в систему Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий входят:

центральный аппарат;

территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации;

Государственная противопожарная служба Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

войска гражданской обороны;

Государственная инспекция по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

аварийно-спасательные и поисково-спасательные формирования, образовательные, научно-исследовательские, медицинские, санаторно-курортные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

3. Определить, что Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от

чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

4. Установить:

предельную численность работников центрального аппарата Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в количестве 825 единиц (без персонала по охране и обслуживанию зданий), в том числе 140 лиц начальствующего состава Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и 250 военнослужащих войск гражданской обороны;

фонд оплаты труда работников центрального аппарата Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (в расчете на квартал, исходя из предельной численности) в размере 43 366,4 тыс. рублей;

предельную численность работников территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в количестве 26 900 единиц.

5. Разрешить иметь в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий:

четырех заместителей Министра, в том числе одного первого заместителя, одного статс-секретаря - заместителя Министра, а также главного военного эксперта и главного государственного инспектора Российской Федерации по пожарному надзору, пользующихся правами заместителя Министра;

(в ред. Указа Президента РФ от 21.10.2005 N 1228)

коллегию в количестве 19 человек;

до 11 департаментов по основным направлениям деятельности Министерства и до 11 управлений.

(в ред. Указа Президента РФ от 21.10.2005 N 1228)

6. Признать утратившими силу:

Указ Президента Российской Федерации от 21 сентября 2002 г. N 1011 "Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, N 38, ст. 3585);

пункт 3 Указа Президента Российской Федерации от 28 августа 2003 г. N 991 "О совершенствовании единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, N 35, ст. 3423).

Президент

Российской Федерации

В.ПУТИН

Москва, Кремль

11 июля 2004 года

N 868

Утверждено

Указом Президента

Российской Федерации

от 11 июля 2004 г. N 868

ПОЛОЖЕНИЕ

О МИНИСТЕРСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

I. Общие положения

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) является

федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее - чрезвычайные ситуации), обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

2. МЧС России осуществляет управление, координацию, контроль и реагирование в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

3. МЧС России осуществляет свою деятельность непосредственно и через входящие в его систему: территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации; Государственную противопожарную службу Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Государственная противопожарная служба); войска гражданской обороны; Государственную инспекцию по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Государственная инспекция по маломерным судам); аварийно-спасательные и поисково-спасательные формирования, образовательные, научно-исследовательские, медицинские, санаторно-курортные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России.

Для решения гуманитарных задач за пределами Российской Федерации из части сил системы МЧС России создается российский национальный корпус чрезвычайного гуманитарного реагирования.

4. МЧС России в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, приказами и директивами Верховного Главнокомандующего Вооруженными Силами Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, а также настоящим Положением.

5. МЧС России обобщает практику применения законодательства Российской Федерации в сфере своей деятельности, разрабатывает предложения по его совершенствованию и вносит их на рассмотрение Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации.

6. МЧС России осуществляет свою деятельность во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и организациями.

II. Основные задачи МЧС России

7. Основными задачами МЧС России являются:

1) выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах компетенции МЧС России;

2) организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

3) осуществление управления в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также управление деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

4) осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, а также осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;

5) осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах, а

также осуществление мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

Постановлением Правительства РФ от 25.08.2005 N 537 установлены функции МЧС РФ по реализации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

III. Основные функции МЧС России

8. МЧС России в соответствии с возложенными на него задачами осуществляет следующие основные функции:

1) разрабатывает и представляет Президенту Российской Федерации и (или) в Правительство Российской Федерации:

предложения по формированию основ государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе в области преодоления последствий радиационных аварий и катастроф, а также обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

проекты законов, иных нормативных правовых актов и проекты технических регламентов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах в пределах своей компетенции;

проекты нормативных правовых актов по вопросам преодоления последствий радиационных аварий и катастроф, проведения подводных работ особого (специального) назначения, чрезвычайного гуманитарного реагирования;

проект плана гражданской обороны Российской Федерации, а также предложения о порядке введения в действие плана гражданской обороны на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях в полном объеме либо частично;

предложения о привлечении в установленном порядке к ликвидации чрезвычайных ситуаций Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов;

предложения о введении чрезвычайного положения на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях в случае возникновения чрезвычайной ситуации;

проект положения о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

проект положения о Государственной противопожарной службе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

проект положения о надзорной деятельности в сфере компетенции МЧС России;

проект положения о Государственной инспекции по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

проект плана взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасанию людей на море и водных бассейнах Российской Федерации;

проект положения о войсках гражданской обороны;

ежегодный государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

доклад о состоянии гражданской обороны в Российской Федерации;

проект положения о гражданской обороне в Российской Федерации;

предложения по отнесению территорий к группам по гражданской обороне;

перечень критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры страны;

запросы о выпуске материальных ценностей из государственного резерва для обеспечения неотложных нужд при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (при согласовании запросов органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации о выпуске материальных ценностей из государственного резерва для указанных целей);

предложения по организации реагирования при чрезвычайных ситуациях регионального, федерального и трансграничного характера, по оказанию за счет средств федерального бюджета финансовой помощи населению и территориям, пострадавшим в результате чрезвычайных ситуаций;

2) разрабатывает и утверждает (устанавливает):

нормативные правовые акты по вопросам, касающимся установленной сферы деятельности, за исключением вопросов, правовое регулирование которых осуществляется исключительно федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации;

положения о территориальных органах МЧС России - региональном центре по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органе, специально уполномоченном решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъекту Российской Федерации;

положение о системе и порядке осуществления мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

положение о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

показатели для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне в установленном порядке;

методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций, классификации и учета чрезвычайных ситуаций, а также типовой паспорт безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований;

порядок разработки и представления деклараций безопасности потенциально опасных промышленных объектов в пределах своей компетенции;

порядок разработки и представления деклараций безопасности подводных потенциально опасных объектов;

примерное положение о спасательных службах;

положение об организации повседневной деятельности органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

инструкцию по проверке и оценке состояния функциональных и территориальных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

порядок создания нештатных аварийно-спасательных формирований, а также положение об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты;

положение об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях, порядок содержания и использования защитных сооружений гражданской обороны в мирное время;

инструкцию по подготовке и проведению учений и тренировок по гражданской обороне, защите населения от чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

ежегодный план основных мероприятий в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

ежегодные организационно-методические указания по подготовке органов управления, сил гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

правила аттестации руководящего состава по вопросам гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

порядок добровольной аккредитации организаций, осуществляющих деятельность в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

3) организует:

работу по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и трансграничного характера, спасанию людей при этих чрезвычайных ситуациях;

предупреждение и тушение пожаров на объектах, критически важных для безопасности Российской Федерации, других особо важных пожароопасных объектах, объектах федеральной собственности, особо ценных объектах культурного наследия России, а также при проведении мероприятий федерального уровня с массовым сосредоточением людей;

предупреждение и тушение пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях;

планирование в установленном порядке действий и применение войск гражданской обороны для выполнения задач в целях обороны Российской Федерации, подготовку войск гражданской обороны к совместным с Вооруженными Силами Российской Федерации действиям в целях обороны Российской Федерации;

работу по участию МЧС России в разработке в установленном порядке Плана применения Вооруженных Сил Российской Федерации, Мобилизационного плана Вооруженных Сил Российской Федерации и федеральной государственной программы оперативного оборудования территории Российской Федерации в целях обороны, а также обеспечение осуществления мероприятий в части, касающейся гражданской обороны, оперативного оборудования территорий;

работу по участию МЧС России в разработке мобилизационного плана экономики Российской Федерации в части, касающейся задач, возложенных на МЧС России;

разработку федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями мобилизационных планов мероприятий по гражданской обороне; деятельность пожарных, пожарно-спасательных, поисково-спасательных и аварийно-спасательных формирований, авиации и других сил МЧС России;

поиск и спасание людей во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации в соответствии с планом взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасанию людей на море и водных бассейнах Российской Федерации;

совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации работы по созданию системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, а также по разработке и внедрению в установленном порядке показателей риска на территориях и объектах экономики;

информирование населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганду в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти разработку предложений, касающихся режимов природопользования, безопасного проживания населения и хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;

подготовку в образовательных учреждениях МЧС России, других образовательных учреждениях специалистов для войск гражданской обороны, Государственной противопожарной службы, Государственной инспекции по маломерным судам, пожарных, аварийно-спасательных и иных формирований МЧС России, кадров для пожарной охраны и организаций независимо от формы собственности, а также подготовку в установленном порядке кадров для соответствующих органов иностранных государств;

методическое руководство и контроль при решении вопросов по обучению населения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, а также в пределах своей компетенции - при подготовке молодежи по основам безопасности жизнедеятельности;

проведение в установленном порядке аттестации аварийно-спасательных служб, пожарно-спасательных, аварийно-спасательных формирований и спасателей федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф, подводных работ особого (специального) назначения;

подготовку и представление в установленном порядке предложений по номенклатуре и нормам накопления в государственном резерве материальных ценностей, предназначенных для обеспечения неотложных нужд при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

формирование и доставку в установленном порядке совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти гуманитарной помощи населению Российской

Федерации и иностранных государств, а также эвакуацию граждан Российской Федерации из иностранных государств в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;

официальный статистический учет и ведение государственной статистической отчетности по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;

обязательное страхование жизни и здоровья военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, спасателей, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы в соответствии с законодательством Российской Федерации;

материально-техническое обеспечение системы МЧС России;

делопроизводство, архивное и иное хранение в установленном порядке документов и материалов по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России;

4) осуществляет:

надзор за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями и гражданами установленных требований по гражданской обороне и пожарной безопасности (за исключением пожарного надзора на подземных объектах и при ведении взрывных работ), а также по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в пределах своих полномочий;

руководство деятельностью Государственной противопожарной службы, координацию деятельности всех видов пожарной охраны;

надзор во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации за пользованием маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок, а также руководство деятельностью Государственной инспекции по маломерным судам;

государственное регулирование пожарной безопасности при использовании атомной энергии;

координацию деятельности и взаимодействие Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов при решении задач в области гражданской обороны;

поддержание боевой и мобилизационной готовности органов управления, войск гражданской обороны и подразделений Государственной противопожарной службы;

текущее и перспективное планирование мобилизационного развертывания войск гражданской обороны и воинских частей Государственной противопожарной службы в военное время;

руководство созданием и поддержанием в состоянии постоянной готовности технических систем управления гражданской обороны и систем оповещения населения об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, и контроль за созданием и деятельностью этих систем;

контроль за созданием локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов;

методическое руководство созданием и обеспечением готовности сил и средств гражданской обороны в субъектах Российской Федерации, муниципальных образованиях и организациях, а также контроль в этой области;

организационное и методическое руководство накоплением, хранением и использованием в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;

методическое руководство созданием и поддержанием в готовности убежищ и иных объектов гражданской обороны, организацией радиационной, химической, биологической и медицинской защиты населения, а также контроль в этой области;

управление в установленном порядке единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций на подводных потенциально опасных объектах во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;

подготовку в пределах своей компетенции заключений по результатам рассмотрения деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов;

организацию подготовки работников мобилизационных органов;

в пределах своей компетенции меры по предупреждению, выявлению и пресечению террористической деятельности;

организацию подготовки в установленном порядке должностных лиц федеральных органов исполнительной власти и органов государственной власти субъектов Российской Федерации по вопросам гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, а также по вопросам мобилизационной подготовки;

ведение в установленном порядке реестра подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации (за исключением подводных переходов трубопроводного транспорта);

методическое руководство федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации при определении состава, размещении и оснащении сил функциональных и территориальных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

методическое обеспечение создания, хранения, использования и восполнения резервов материальных ресурсов, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

методическое руководство совместной деятельностью федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам реабилитации населения и территорий, подвергшихся радиационному воздействию вследствие радиационных аварий, и контроль за проведением мероприятий в этой области;

сбор и обработку информации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

создание и сохранение страхового фонда документации на объекты повышенного риска и объекты систем жизнеобеспечения;

финансирование подведомственных распорядителей и получателей средств федерального бюджета;

создание, реорганизацию и ликвидацию в установленном порядке территориальных органов, спасательных центров, соединений, воинских частей и подразделений войск гражданской обороны, подразделений Государственной противопожарной службы, пожарных,

пожарно-спасательных, поисково-спасательных и аварийно-спасательных формирований, образовательных, научно-исследовательских, медицинских учреждений и организаций, Государственной инспекции по маломерным судам, содержащихся за счет средств федерального бюджета, комплектование их личным составом, тарификацию их утвержденных штатов и штатных перечней, а также их материальное, техническое, финансовое и другие виды обеспечения;

разработку государственной программы вооружения и предложений по формированию государственного оборонного заказа по закрепленной за МЧС России номенклатуре вооружения и военной техники общего применения, а также пожарно-технической продукции;

заказ на производство, закупку и ремонт вооружения, военной и специальной техники, другого имущества, материальных и других средств для МЧС России, а также их финансирование;

размещение в установленном порядке заказов на поставку однотипной продукции для тылового обеспечения на совместных конкурсах, проводимых в рамках межведомственной (сопряженной) унифицированной системы тылового обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов;

определение потребности и учет аттестованных аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных, пожарно-спасательных и пожарных формирований федеральных органов исполнительной власти, общероссийских и межрегиональных общественных объединений, имеющих уставные задачи по проведению аварийно-спасательных работ и тушению пожаров и действующих на всей или большей части территории Российской Федерации, а также спасателей международного класса;

методическое руководство по вопросам создания, реорганизации, ликвидации подразделений Государственной противопожарной службы, содержащихся за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов, а также средств организаций;

разработку и контроль за реализацией федеральных целевых программ в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф;

реализацию в установленном порядке полномочий государственного заказчика федеральных целевых программ по вопросам гражданской обороны, защиты населения и

территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

координацию работы по стандартизации и метрологии, а также деятельности органов по сертификации и аккредитации испытательных лабораторий (центров) в системе МЧС России;

в соответствии с законодательством Российской Федерации лицензирование видов деятельности, отнесенных к компетенции МЧС России;

международное сотрудничество в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф, проведения подводных работ особого (специального) назначения, а также поддержку международных гуманитарных проектов, программ и операций;

ремонт и эксплуатацию основных фондов МЧС России;

реализацию функций государственного заказчика строительных и других объектов, обладающего необходимыми средствами и полномочиями для заключения государственных контрактов: на выполнение подрядных строительных и проектно-изыскательских работ, связанных со строительством и ремонтом объектов производственного и непроизводственного характера, предназначенных для удовлетворения потребностей подведомственных организаций и финансируемых за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников; на сопровождение инвестиционного процесса; на приемку указанных объектов в эксплуатацию;

комплекс профилактических, лечебных, санаторно-курортных, оздоровительных и реабилитационных мероприятий, направленных на охрану и укрепление здоровья военнослужащих войск гражданской обороны, сотрудников Государственной противопожарной службы и спасателей, а также законодательно приравненных к ним в праве на охрану здоровья и медицинскую помощь категориям граждан;

обеспечение в пределах своей компетенции проведения мероприятий по защите государственной тайны и служебной информации, а также деятельность по развитию специальной связи;

редакционно-издательскую деятельность по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России.

Постановлением Правительства РФ от 16.05.2005 N 303 установлены полномочия МЧС РФ в области обеспечения биологической и химической безопасности Российской Федерации

IV. Полномочия МЧС России

9. МЧС России в пределах своей компетенции:

1) издает нормативные правовые акты и иные документы по вопросам гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, осуществляет контроль за их исполнением, а также принимает по указанным вопросам решения, обязательные для исполнения федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями;

2) создает, реорганизует и ликвидирует в установленном порядке учреждения, находящиеся в ведении МЧС России;

3) создает межведомственные координационные и совещательные органы (комиссии, группы) на представительской основе, а также иные коллегиальные органы (научные, научно-технические, методологические и другие) для обсуждения актуальных вопросов деятельности МЧС России;

4) проводит в установленном порядке проверки готовности федеральных органов исполнительной власти к осуществлению мероприятий гражданской обороны;

5) осуществляет по согласованию с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления проверки готовности указанных органов к осуществлению мероприятий гражданской обороны и мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

6) имеет оборудованные специальными сигналами и средствами связи воздушные, морские и речные суда, специальные транспортные средства с утвержденными в установленном порядке опознавательными знаками и окраской;

7) осуществляет в установленном порядке деятельность за рубежом;

8) осуществляет в установленном порядке государственный пожарный надзор и государственный надзор в области гражданской обороны за соблюдением соответствующих требований федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также

должностными лицами, гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами и лицами без гражданства;

9) проводит в установленном порядке проверки реализации федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации федеральных целевых программ, государственным заказчиком которых является МЧС России;

10) осуществляет в установленном порядке функции по управлению государственным имуществом;

11) является главным распорядителем средств федерального бюджета;

12) запрашивает и получает в установленном порядке необходимые материалы и информацию по вопросам, отнесенным к компетенции МЧС России, от федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, при необходимости для осуществления отдельных работ привлекает специалистов иных федеральных органов исполнительной власти и организаций;

13) заключает в установленном порядке с международными и неправительственными организациями договоры, связанные с ликвидацией последствий стихийных бедствий и оказанием иностранным государствам гуманитарной помощи.

V. Организация деятельности МЧС России

10. МЧС России возглавляет Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - Министр), назначаемый на должность и освобождаемый от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

11. Министр имеет заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Президентом Российской Федерации по представлению Председателя Правительства Российской Федерации.

Количество заместителей Министра устанавливается Президентом Российской Федерации.

12. Министр:

1) несет персональную ответственность за выполнение возложенных на МЧС России задач и функций;

2) распределяет обязанности между своими заместителями;

3) вносит в установленном порядке на рассмотрение Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации проекты нормативных правовых актов и предложения по вопросам, входящим в компетенцию МЧС России;

4) утверждает положения о подразделениях центрального аппарата МЧС России;

5) осуществляет в установленном порядке прием граждан Российской Федерации на военную службу в войска гражданской обороны по контракту, на службу в Государственную противопожарную службу, на работу в МЧС России; назначает на должность и освобождает от должности военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы, работников МЧС России; увольняет с военной службы (службы) военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы и работников МЧС России в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также определяет соответствующие полномочия должностных лиц МЧС России;

6) утверждает в пределах установленной Президентом Российской Федерации численности работников структуру и штатное расписание центрального аппарата МЧС России;

7) утверждает смету МЧС России в пределах средств, выделяемых из федерального бюджета на соответствующий год МЧС России;

8) утверждает в установленном порядке уставы (положения) организаций, находящихся в ведении МЧС России, назначает на должность и освобождает от должности их руководителей, заключает и расторгает с ними трудовые договоры (контракты), а также вносит в договоры (контракты) изменения;

9) организует работу МЧС России, руководит деятельностью Государственной противопожарной службы, Государственной инспекции по маломерным судам, аварийно-спасательных и иных формирований и осуществляет управление войсками гражданской обороны;

10) представляет МЧС России в органах исполнительной, законодательной и судебной власти Российской Федерации, в организациях, а также в международных организациях;

11) определяет перечень должностных лиц МЧС России, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях, предусмотренных Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях, и организует их деятельность;

12) принимает решения о создании, реорганизации и ликвидации в установленном порядке территориальных органов и организаций, находящихся в ведении МЧС России, определяет их структуру и штатное расписание, устанавливает нормативы их штатной численности;

13) представляет в установленном порядке на утверждение Президента Российской Федерации концепцию и план строительства и развития войск гражданской обороны, предложения по их структуре и составу, а также по штатной численности военнослужащих войск гражданской обороны;

14) решает в соответствии с законодательством Российской Федерации вопросы, связанные с прохождением федеральной государственной службы в МЧС России;

15) пользуется в полном объеме правами, предусмотренными общевоинскими уставами Вооруженных Сил Российской Федерации, в отношении военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, а также правами, предусмотренными Положением о службе в органах внутренних дел Российской Федерации, утвержденным Постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 23 декабря 1992 г. N 4202-1 "Об утверждении Положения о службе в органах внутренних дел Российской Федерации и текста Присяги сотрудника органов внутренних дел Российской Федерации", - в отношении лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы;

16) присваивает военнослужащим войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы воинские звания до полковника (капитана 1 ранга) включительно, лицам рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы - специальные звания до полковника внутренней службы включительно; определяет полномочия должностных лиц МЧС России по присвоению военнослужащим войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы воинских званий до подполковника (капитана 2 ранга) включительно, лицам начальствующего состава Государственной противопожарной службы - специальных званий до подполковника внутренней службы включительно;

17) представляет на рассмотрение Президента Российской Федерации предложения:

о включении воинских должностей военнослужащих войск гражданской обороны и должностей высшего начальствующего состава Государственной противопожарной службы в перечни воинских должностей и должностей высшего начальствующего состава, замещаемых высшими офицерами и лицами высшего начальствующего состава;

о назначении на должность и освобождении от должности военнослужащих войск гражданской обороны и лиц начальствующего состава Государственной противопожарной службы, для которых штатом предусмотрены соответственно воинские звания высших офицеров и специальные звания высшего начальствующего состава, о присвоении им воинских званий высших офицеров и специальных званий высшего начальствующего состава, а также об увольнении их со службы;

18) имеет в установленном порядке наградной и подарочный фонды, в том числе огнестрельного и холодного оружия, для награждения военнослужащих войск гражданской обороны, личного состава Государственной противопожарной службы, работников МЧС России, а также других лиц, оказывающих содействие в выполнении возложенных на МЧС России задач;

19) принимает по согласованию с Министерством обороны Российской Федерации, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления решения о передислокации в пределах Российской Федерации подразделений и воинских частей войск гражданской обороны;

20) представляет военнослужащих войск гражданской обороны и личный состав Государственной противопожарной службы, работников МЧС России к награждению государственными наградами Российской Федерации;

21) решает в пределах своей компетенции вопросы обеспечения правовой и социальной защиты военнослужащих войск гражданской обороны, личного состава Государственной противопожарной службы, работников МЧС России, органов, подразделений и организаций системы МЧС России и членов их семей, заключает в установленном порядке отраслевое тарифное соглашение в качестве работодателя;

22) направляет в установленном порядке военнослужащих войск гражданской обороны, личный состав Государственной противопожарной службы и работников МЧС России в служебные командировки, в том числе за пределы Российской Федерации;

23) определяет в установленном порядке ведомственные знаки отличия, утверждает положения об этих знаках и их описания, награждает ими личный состав МЧС России, а также граждан, оказавших содействие в решении задач гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в обеспечении пожарной безопасности;

24) утверждает в установленном порядке описание формы одежды, обуви и средств специальной защиты, нормы снабжения специальной одеждой и снаряжением, в том числе временные, порядок обеспечения вещевым имуществом отдельных категорий государственных служащих и лиц, замещающих должности, не относящиеся к должностям государственной службы, военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы;

25) утверждает в установленном порядке генеральные планы строительства и развития военных городков войск гражданской обороны, городков поисково-спасательных формирований и городков аварийно-спасательных формирований, проекты объектов собственного строительства войск гражданской обороны, планы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф;

26) издает в пределах своей компетенции в установленном порядке нормативные правовые акты, обязательные для исполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями независимо от формы собственности, должностными лицами, гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами и лицами без гражданства, утверждает стандарты и нормы, отнесенные к компетенции МЧС России;

27) утверждает в пределах своей компетенции в установленном порядке перечни воинских должностей военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, должностей рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы, а также перечни соответствующих этим должностям воинских и специальных званий;

28) утверждает типовые структуры, штаты, штатные расписания, а также нормативы обеспеченности личным составом и пожарной техникой подразделений Государственной

противопожарной службы, устанавливает нормативы штатной численности органов управления и подразделений Государственной противопожарной службы;

29) определяет порядок и условия заключения контрактов о прохождении службы лицами рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы, назначения указанных лиц на должность по конкурсу;

30) прикомандировывает военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы к органам государственной власти и организациям в порядке и на условиях, определяемых законодательством Российской Федерации;

31) вносит в установленном порядке Президенту Российской Федерации предложения об утверждении официальных символов МЧС России, а также утверждает знаки различия военнослужащих войск гражданской обороны и Государственной противопожарной службы, лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы и описания этих знаков различия;

32) устанавливает временные нормы продовольственного пайка военнослужащих войск гражданской обороны при выполнении задач в период стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, а также при выполнении ими срочных заданий;

33) назначает на должность и освобождает от должности в установленном порядке руководителей региональных центров, органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также главных государственных инспекторов субъектов Российской Федерации по пожарному надзору;

34) назначает лиц рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы на должности в центральном аппарате МЧС России и в системе МЧС России, связанные с обеспечением деятельности Государственной противопожарной службы, с сохранением ранее установленных для указанной категории лиц льгот и гарантий, в том числе пенсионного обеспечения в соответствии с Законом Российской Федерации от 12 февраля 1993 г. N 4468-1 "О пенсионном обеспечении лиц, проходивших военную службу, службу в органах внутренних дел, Государственной противопожарной службе, органах по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, учреждениях и органах уголовно-исполнительной системы, и их семей";

35) устанавливает оклады по нетиповым воинским должностям военнослужащих, штатным должностям сотрудников Государственной противопожарной службы применительно к окладам по типовым воинским должностям военнослужащих и типовым штатным должностям сотрудников Государственной противопожарной службы;

36) вносит в Министерство финансов Российской Федерации предложения по формированию федерального бюджета на соответствующий год;

37) осуществляет другие полномочия в соответствии с законодательством Российской Федерации.

13. Личному составу МЧС России в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, в подтверждение полномочий могут выдаваться служебные удостоверения и удостоверения личности, порядок выдачи которых определяет Министр.

14. В МЧС России образуется коллегия, в состав которой входят Министр (председатель коллегии) и его заместители, входящие в него по должности, а также другие руководящие работники центрального аппарата МЧС России, организаций, находящихся в ведении МЧС России.

Численность коллегии и ее состав (кроме лиц, входящих в нее по должности) утверждаются Президентом Российской Федерации по представлению Министра.

Коллегия рассматривает наиболее важные вопросы деятельности МЧС России.

Решения коллегии реализуются, как правило, приказами МЧС России.

В случае разногласий между председателем и членами коллегии решение принимает председатель, докладывая о возникших разногласиях в установленном порядке Президенту Российской Федерации.

15. Для рассмотрения и выработки рекомендаций по особо важным проблемам, отнесенным к компетенции МЧС России, при МЧС России создается научно-технический совет, в состав которого могут входить представители федеральных органов исполнительной власти, научных организаций и общественных объединений. Положение о совете и его состав утверждаются Министром.

16. Для разработки основных направлений международного сотрудничества и обеспечения деятельности российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного

реагирования при МЧС России создается совет по оценке и стратегическому планированию международной деятельности. Положение о совете и его состав утверждаются Министром.

17. Финансирование расходов на содержание центрального аппарата МЧС России осуществляется за счет средств, предусмотренных в федеральном бюджете на государственное управление.

18. МЧС России является юридическим лицом, имеет печать с изображением Государственного герба Российской Федерации и со своим наименованием, иные печати, штампы и бланки установленного образца, счета, открываемые в соответствии с законодательством Российской Федерации, эмблему и флаг.

19. Местонахождение МЧС России – г. Москва.

Приложение № 2

Отравления

Приложение № 3

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку на догоспитальном этапе поражённых некоторыми химическими веществами.

АЗОТНАЯ КИСЛОТА

Физические свойства – бесцветная, дымящаяся на воздухе жидкость; в воздухе образуются пары оксидов азота.

Общее действие – раздражающее и прижигающее поражение парами, туманами и аэрозолями слизистых оболочек и кожных покровов.

Таблица 1

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легко поражённые: раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение.	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы см. предыдущее состояние, но с более выраженной картиной, появляется кашель, стеснение в груди, затруднение дыхания.	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжело поражённые: симптомы –см. предыдущее состояние, но с более выраженное картиной, появляются удушье, кашель с пенистой мокротой, цианоз губ, отёк лёгких.	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

АММИАК

Физические свойства – горючий газ; пары с воздухом образуют взрывоопасную смесь, с метаном – цианистый водород.

Общее действие – нейротропный раздражающий и удушающий яд; в виде газа и пара опасен при вдыхании, в виде капель и тумана – при попадании на кожу и слизистые оболочки.

Таблица 2

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: слезотечение, боль в глазах, насморк, першение в горле, сухой кашель, удушье, головокружение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: см. симптомы предыдущего состояния, но в более выраженной форме. Появляются боли в желудке, рвота, задержка мочи, возбуждение, одышка до 30 дыханий в минуту, покраснение открытых участков кожи	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: психомоторное возбуждение, резкое расстройство дыхания – одышка, влажные хрипы в лёгких, периодическая остановка дыхания, выраженная тахикардия или коллапс	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ДИХЛОРЭТАН

Физические свойства – бесцветная жидкость с запахом хлороформа, взрывоопасна.

Общее действие – токсическое влияние на ЦНС, печень и почки; оказывает местное раздражающее действие.

Таблица 3

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: головная боль, головокружение, психомоторное возбуждение или заторможенность	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Возможны судороги. При попадании на кожу – гиперемия, отёк, вплоть до образования пузырей	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Психомоторное возбуждение, потеря сознания, клоникотонические судороги	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ОКИСЬ УГЛЕРОДА

Физические свойства: газ, выделяется при пожарах, взрывах газовых смесей и процессах неполного сгорания.

Общее действие: обладает высоким сродством к гемоглобину, образуя карбоксигемоглобин. Вызывает состояние тканевой гипоксии.

Таблица 4

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: ощущение сдавления головы, сильная боль во лбу и висках, шум в ушах, головокружение, жажда, тахикардия, пульсация височных артерий	После оказания неотложной помощи (ингаляция увлажнённого кислорода) эвакуация в стационар под наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: сильная головная боль, головокружение, общая мышечная слабость, тошнота, рвота, возбуждение, судороги, нарушение дыхания	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: длительная потеря сознания с угнетением рефлексов (кома), дыхание прерывистое, судороги, повышение температуры тела до 38-39^{0}С, АД понижено, возможен коллапс	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

СЕРНАЯ КИСЛОТА

Физические свойства – маслянистая бесцветная жидкость; при попадании на металлические поверхности возможно образование мышьяковистого водорода.

Общее действие – раздражает и прижигает слизистые поверхности дыхательных путей, поражает лёгкие; при попадании на кожу вызывает тяжёлые ожоги.

Таблица 5

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение, неприятные ощущения в горле	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Кашель, блефароспазм, ларингит, трахеит, бронхит	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы предыдущего состояния, но в более выраженной форме. Спазм голосовых мышц, кашель с пенистой мокротой, отёк гортани, отёк лёгких, ожог лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД

(сернистый газ)

Физические свойства – газ, взрывоопасен при нагревании, при соединении с водой образуется серная и сернистая кислота.

Общее действие – раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и сопротивление дыханию; раздражает слизистые оболочки глаз.

Таблица 6

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: слезотечение, чихание, першение, чувство сухости в горле, кашель	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: общая слабость, головная боль, приступы сухого кашля, охриплость голоса, жжение и боль в горле, тошнота, одышка	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: острое удушье, тяжёлая одышка, акроцианоз, полная афония, блефароспазм, светобоязнь, выраженная инъекция сосудов глаз, двигательное возбуждение, возможно развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

СЕРОВОДОРОД

Физические свойства – горючий газ, образует с воздухом взрывоопасные смеси; при пожаре выделяет сернистый ангидрид.

Общее действие – нервно-паралитический яд, вызывающий смерть от остановки дыхания; приводит к тканевой гипоксии; оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз, дыхательных путей и кожу.

Таблица 7

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: головная боль, светобоязнь, слезотечение, полнокровие конъюнктивы, раздражение в горле и в носу, тошнота	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: головная боль, рвота, болезненное раздражение конъюнктивы, сердцебиение, возможен обморок или возбуждение с помрачением сознания	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: тахикардия, снижение АД; кома с гиперкинезом: рвота, сужение зрачков, помрачение сознания или его отсутствие, судороги; возможно развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

СЕРОУГЛЕРОД

Физические свойства – легковоспламеняющаяся жидкость; при нагревании самовоспламеняется.

Общее действие – нейротропный яд, дает преимущественно наркотический эффект; вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и кожи.

Таблица 8

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: головная боль, головокружение, чувство лёгкого опьянения, снижение кожной чувствительности	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: сильная головная боль, эйфория, нарушение координации движений, тошнота, рвота; могут быть галлюцинации, судороги	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: отсутствие сознания, кома с исчезновением всех рефлексов, судороги	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

Физические свойства – взрывоопасная негорючая жидкость.

Общее действие – пары и растворы раздражают и прижигают слизистые оболочки и кожу.

Таблица 9

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: Жжение и резь в глазах, раздражение верхних дыхательных путей, першение в горле, слезотечение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Затруднение дыхания, кашель, болезненность открытых участков кожи	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Одышка, удушье, кашель с пенистой мокротой, охриплость голоса, помутнение роговицы, пузыри и изъязвления на коже	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ФОРМАЛЬДЕГИД

Физические свойства – газ с резким запахом, образует с воздухом взрывоопасные смеси, воспламеняется от открытого пламени.

Общее действие – раздражающее; дает общетоксический и нейротропный эффекты.

Таблица 10

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: слезотечение, першение в горле, кашель, резь в глазах, покраснение кожи	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражение средней степени тяжести: кашель, одышка, удушье, головная боль, головокружение, потливость, слабость, шаткая походка	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: сильная головная боль, гиперемия кожи, чувство страха, судороги, потеря сознания, отёк лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ФОСФОРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ФОС

(дихлофос, карбофос, метафос, тиофос, хлорофос)

Физические свойства – твёрдые кристаллические вещества или маслянистые жидкости, при горении образуют токсичные соединения.

Общее действие – общетоксическое, нейротропное; пыль ФОС раздражает верхние дыхательные пути и слизистые оболочки глаз.

Таблица 11

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: возбуждение, беспокойство, сужение зрачков, головная боль, нарушения зрения, затруднения дыхания, диспептические явления	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Рвота, понос, приступы удушья через каждые 10-15 мин., схваткообразные боли в животе, зрачки сужены, фибрилляний мышц, АД повышено	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: сознание утрачено, кожа бледная, влажная с выраженным цианозом; брадикардия, гипотензия; зрачки сужены, реакция на свет отсутствует, периодические клонические судороги; возможна кома	Немедленное введение антидотов. После достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ФОСГЕН

Физические свойства – взрывоопасный газ, при пожаре диссоциирует на окись углерода и хлор.

Общее действие – раздражающее и удушающее, опасен при попадании на кожу.

Таблица 12

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: слабое раздражение верхних дыхательных путей, резь в глазах, слезо- и слюнотечение, затруднение дыхания, кашель; затем в течении 4-6 ч (иногда больше) субъективное благополучие	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Учащение дыхания при уменьшении ЧСС, мнимое благополучие 1-4 ч	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы см. предыдущее состояние, но в более выраженной форме, сильная одышка (до 50-60 дыханий в минуту), быстрое развитие отёка лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ФТОРИСТО-ВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА

Физические свойства – негорючая жидкость, при взаимодействии с металлами выделяются легковоспламеняющиеся газы.

Общее действие – раздражает слизистые оболочки и кожные покровы.

Таблица 13

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: предыдущее состояние в более выраженной форме. Блефароспазм, расстройства ЦНС, сердечно-сосудистая недостаточность	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Отёк гортани, отёк лёгких, шок; судорожное, коллаптоидное, коматозное состояния; падение АД, нарушение коронарного кровообращения	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ХЛОР

Физические свойства – газ, сильный окислитель.

Общее действие – резко выраженное раздражающее, прижигающее, удушающее; опасен при попадании на кожу.

Таблица 14

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: раздражение верхних дыхательных путей, жжение и резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, чувство давления за грудиной, отёк и гиперемия слизистой зева, гортани	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Умеренная одышка (25-30 дыханий в минуту), хрипы и ослабленное дыхание в лёгких, пульс частый, нитевидный, снижение АД до 100\50 мм рт. ст.	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: см. симптомы предыдущего состояния. Сильное возбуждение, синюшность кожных покровов, удушье, нарушение координации, клокочущее дыхание, влажные хрипы в лёгких, возможна потеря сознания	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ХЛОРИСТЫЙ МЕТИЛ

(метилхлорид)

Физические свойства – горючий газ, пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Общее действие – общетоксическое и нейротропное; раздражает слизистые оболочки и кожу.

Таблица 15

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: головная боль, головокружение, нарушения зрения, слуха	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: сильная головная боль, затемнение сознания, тошнота, рвота, боли в животе, понос, снижение АД	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: возбуждение, галлюцинации, нарушение речи, приступы судорог, сосудистый коллапс, кома	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ЦИАНИСТЫЙ ВОДОРОД

(синильная кислота)

Физические свойства – легко воспламеняющаяся жидкость; при пожаре выделяются окислы азота.

Общее действие – общетоксический яд; блокирует тканевое дыхание, вызывая быстрое удушение.

Таблица 16

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые: слабость, слюнотечение, онемение рта и зева, покраснение конъюнктивы, затруднение речи, головная боль, тошнота, рвота, сердцебиение, учащение дыхания	После оказания неотложной помощи эвакуация под амбулаторное наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: слабость, боль и чувство стеснения в области сердца, брадикардия, сильная одышка, рвота, расширение зрачков, экзофтальм	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: усиливающаяся одышка, потеря сознания, сильные судороги, полная потеря чувствительности и рефлексов, непроизвольные мочеиспускание и дефекация	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

ЧЕТЫРЁХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД

Физические свойства – бесцветная, легколетучая, малорастворимая в воде жидкость; при контакте с пламенем, раскалёнными предметами (при пожаре) разлагается с образованием фосгена и окиси углерода.

Общее действие – общетоксическое (нейротропное, гематотропное, удушающее).

Таблица 17

Медицинская сортировка по лечебно-эвакуационному признаку

Сортировочные группы по степени тяжести и симптомам поражения	**Лечебно-эвакуационные мероприятия**
Без симптомов поражения	Направляются любым видом транспорта под амбулаторное наблюдение
Легкопоражённые:, головная боль, головокружение, заторможенность, тошнота рвота	После оказания неотложной помощи эвакуация в стационар под наблюдение
Поражённые средней степени тяжести: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме. Возбуждение, иногда может быть подавленность	После оказания неотложной помощи эвакуация на этап квалифицированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении медицинского работника
Тяжелопоражённые: симптомы предыдущего состояния в более выраженной форме, Эпилептиформные судороги, потеря сознания, желтушность, гематурия; в случае ингаляции может развиться отёк лёгких	После оказания неотложной помощи и достижения состояния транспортабельности экстренная (в первую очередь) эвакуация на этап квалифицированной или специализированной медицинской помощи санитарным транспортом в положении лёжа в сопровождении врача

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОСТРЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ (симптоматика и неотложная помощь)

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматеческая терапия
Азотная кислота	*См. Кислоты крепкие*	
Алкоголь	*См. Спирт этиловый, суррогаты алкоголя*	
Амидопирин и другие производные пиразолона	При легких отравлениях появляются шум в ушах, тошнота, рвота, общая слабость, понижение температуры, одышка, сердцебиение. При тяжелых отравлениях развиваются судороги, сонливость, бред, потеря сознания и коматозное состояние, для которого характерны расширенные зрачки, цианоз, гипотермия, снижение артериального давления. Возможно развитие периферических отеков вследствие задержки в организме ионов натрия и хлора.	Промывание желудка через зонд. Солевое слабительное внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание мочи. В раннем периоде – гемодиализ или перитонеальный диализ. Внутримышечно витамин B_1 (2мл 6%-ного раствора). Сердечно-сосудистые средства. При судорогах – барбамил (5 мл 10%-ного раствора) внутримышечно. При отеках – хлорид калия по 1 г внутрь, мочегонные.
Аминазин	Резкая слабость, головокружение, сухость в полости рта, тошнота, возможны появления судорог, потеря сознания. Коматозное состояние неглубокое, сухожильные рефлексы повышены, зрачки сужены. Учащение пульса, снижение артериального давления без цианоза. Кожные аллергические реакции. При выходе из комы возможны явления паркинсонизма. При разжевывании драже аминазина возникают гиперемия и отек слизистой оболочки полости рта.	Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез без ощелачивания плазмы. Перитонеальный диализ, гемосорбционная детоксикация. При гипотонии – кофеин (1-3 мл 10%-ного раствора) и эфедрин (2 мл 5%-ного раствора) под кожу, витамин B_1 (4 мл 6%-ного раствора) внутримышечно.При паркинсонизме –динезин (депаркин), имизин (мелипрамин) по 50-75 мг в сутки, внутрь. Лечение острой сердечно-сосудистой недостаточности
Эуфиллин	*См. Кофеин*	
Аммиак	*См. Щелочи едкие*	
Эстимал	*См.Барбитураты*	
Анальгин	*См. Амидопирин*	

Токсичное вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Андаксин (мепротан, мепробамат)	Коматозное состояние с расширением зрачков, гипотония при поверхностном коматозном состоянии. Частые инфекционные поражения легких (пневмония), периферические отеки. См. также *Барбитураты*.	Промывание желудка с последующей дачей солевого слабительного. Форсированный диурез без ощелачивания плазмы. Перитонеальный диализ, гемодиализ, гемосорбционная детоксикация.
Антабус (тетурам)	После курса лечения антабусом прием алкоголя вызывает резкую вегетативно-сосудистую реакцию – гиперемию кожных покровов, чувство жара в лице, затруднение дыхания, сердцебиение, чувство страха смерти, озноб. Постепенно реакция заканчивается, и через 1-2 часа наступает сон. Однако после приема больших доз алкоголя может иметь место более тяжелая реакция – резкая бледность кожных покровов, цианоз, повторная рвота, учащение пульса и падение артериального давления.	Лечение сердечно-сосудистой недостаточности Придать больному горизонтальное положение. Внутривенно – глюкозу (40 мл 40%-ного раствора) с аскорбиновой кислотой (10 мл 5%-ного раствора). Гидрокарбонат натрия (200 мл 4 %–ного раствора) в вену капельно. Витамин B_1 (2 мл 5%-ного раствора внутримышечно), фуросемид (лазикс) – 40 мл внутривенно. Сердечно-сосудистые средства.
Антибиотики (стрептомицин, мономицин, канамицин и др.)	Одноразовый прием внутрь сверхвысокой дозы антибиотиков мицинового ряда (свыше 10 г может вызвать глухоту вследствие поражения слухового нерва (стрептомицин) или олигурию вследствие почечной недостаточности (канамицин). Указанные осложнения развиваются, как правило, при заметно сниженном диурезе на фоне различных инфекций при меньшей суточной дозе препарата, но более длительном его применении. Аллергическая реакция, вызываемая антибиотиками при применении обычных лечебных доз, не является отравлением (анафилактический шок).	При снижении слуха на 1-3-и сутки после отравления показан гемодиализ или форсированный диурез. При олигурии и изотемии – гемодиализ, в первые сутки – форсированный диурез.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечеине 3. Симптоматическая терапия
Антикоагулянты (герапин, дикумарин, пелентан, фенилин и др.)	Кровотечение (носовое, маточное, желудочное, кишечное). Гематурия. Кровоизлияния в подкожную клетчатку, мышцы, внутренние органы. Резкое увеличение времени свертывания крови (гепарин) или падение протромбинового индекса (прочие препараты).	1. В тяжелых случаях – заместительное переливание крови, форсированный диурез. 2. Витамин К (5 мл 1%-ного раствора) внутривенно под контролем протромбинового индекса. Хлорид кальция (10 мл 10%-ного раствора внутривенно. Переливание крови (250 мл) повторно. 3. При передозировке гепарина – протаминсульфат (5 мл 1%-ного раствора) в вену, в случае необходимости повторно (по 1 мл на каждые 5000 единиц введенного гепарина). Аминокапроновая кислота (250мл) внутривенно. Антигемофильная плазма (500 мл) внутривенно. Сердечно-сосудистые средства по показаниям.
Антифриз («тормозная жидкость» этиленгликолевого состава)	После приема антифриза внутрь вначале наступают явления легкового алкогольного опьянения при хорошем самочувствии. Спустя 5-8 часов появляются боли в подложечной области, сильная жажда, головная боль, рвота, понос, боли в животе. Кожные покровы сухие, гиперемированы. Слизистые оболочки с цианотическим оттенком. Психомоторное возбуждение, расширение зрачков, повышение температуры, одышка, тахикардия. При тяжелых отравлениях наступают потеря сознания, ригидность затылочных мышц, клонико-тонические судороги. Дыхание глубокое, шумное, Явления острой сердечно-сосудистой недостаточности, отек легких. На 2-5-е сутки- анурия вследствие почечной недостаточности.	1. Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Показан ранний гемодиализ в первые сутки после отравления. Форсированный диурез. 2. Хлорид кальция или глюконат кальция по 10-20 мл 10% раствора внутривенно повторно. Этиловый алкоголь по 10 мл 30%-ного раствора внутрь повторно или 100-200 мл 5%-ного раствора внутривенно в первые сутки. 3. Лечение острой почечной недостаточности с помощью гемодиализа. При возбуждении – сульфат магния (10 мл 25%-ного раствора) внутримышечно, спинальная пункция. Двусторонняя паранефральная блокада. Сердечно-сосудистые средства.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Атропин	Сухость в полости рта, расстройство речи и глотания, нарушение ближнего видения, диплопия, светобоязнь, сердцебиение, одышка, головная боль. Сухость и гиперемия кожных покровов. Пульс частый, слабый, падение артериального давления. Зрачки расширены, на свет не реагируют. Психическое и двигательное возбуждение, галлюцинации, бред, эпилептиформные судороги с последующей потерей сознания и развитием коматозного состояния. Смерть наступает при явлениях паралича дыхательного центра и сосудистой недостаточности	1. При пероральном отравлении – промывание желудка через зонд, обильно смазанный вазелиновым маслом. Форсированный диурез. 2. В коматозном состоянии при отсутствии резкого возбуждения – пилокарпин (1 мл 1%-ного раствора) повторно, прозерин (1 мл 0,05%-ного раствора) под кожу повторно. 3. При возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), лучше тизерцин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (2 мл 2%-ного раствора), промедол (2 мл 1%-ного раствора) под кожу или барбитураты короткого действия: тиопентал-натрий (2,5%-ный раствор), гексенал (3-4 мл 2,5%-ного раствора) внутривенно с перерывом по 30 с (до10-15 мл. При резкой гипертермии – амидопирин (10-20 мл 4%-ного раствора), анальгин (1-2 мл 50%-ного раствора) или реопирин (5мл) внутримышечно, пузырь со льдом на голову и паховые области, обертывание влажной простыней и обдувание вентилятором.
Ацетон	При попадании внутрь и вдыхании паров – состояние опьянения, головокружение, слабость, шаткая походка, тошнота, боли в животе, коллапс, коматозное состояние. Возможны поражения печени (токсический гепатит) и почек (снижение диуреза, появление белка и эритроцитов в моче). При выходе из коматозного состояния часто развивается пневмония.	При пероральном отравлении – промывание желудка, при ингаляционном – промывание глаз водой, ингаляции кислорода. Ощелачивание мочи. Форсированный диурез. Лечение острой сердечно-сосудистой недостаточности (токсический шок), нефропатии, пневмонии.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Аэрон	См. *Атропин*	
Барбитураты (барбамил, барбитал-натрий, этаминалнатрий, фенобарбитал) и другие снотворные и седативные препараты	Отравление барбитуратами вызывает наркотическое опьянение, поверхностное или глубокое коматозное состояние с падением сердечно-сосудистой деятельности и дыхания, гипотермию, в тяжелых случаях – гипертермию. В глубокой коме дыхание редкое, поверхностное, пульс слабый; цианоз, зрачки узкие, на свет не реагируют, но в терминальной стадии могут расширяться; роговичный, сухожильный и глоточный рефлексы ослабевают или отсутствуют; диурез уменьшен. В случае продолжительной комы (свыше 12 часов) возможно развитие бронхопневмонии, коллапса, глубоких пролежней и тромбоэмболических осложнений. В посткоматозном периоде возникают постоянная неврологическая симптоматика (птоз, шаткая походка и др.), эмоциональная лабильность, депрессия.	При коме – промывание желудка проводят после предварительной интубации. В конце промывания – дача солевого слабительного (30 г сульфата магния в 100 мл воды). Форсированный диурез в сочетании с введением 4%-ного раствора гидрокарбоната натрия в вену. В тяжелых случаях возможно раннее применение гемодиализа, перитонеального диализа, гемосорбционная детоксикация. Бемегрид по 10 мл 0,5%-ного раствора внутривенно до 100 мл в сутки у пожилых больных. В стадии глубокой комы бемегрид противопоказан.
Бекарбон	*См. Атропин*	
Белена	*См. Атропин*	
Белладонна	*См. Атропин*	
Беллоид (белласпон)	Раньше всего появляются симптомы отравления атропином (см. Атропин) с последующим развитием тяжелого коматозного состояния, сходного с барбитуровой комой (см. Барбитуры) при выраженной сухости кожных покровов и слизистых оболочек, расширении зрачков и гиперемии кожных покровов, гипертермии.	Лечение: при возбуждении – см. *Атропин;* при развитии комы – см. *Барбитураты*

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Бутадион **Веронал** **Гашиш** **Героин** **Глюкокортикостероиды** (гидрокортизон, преднизолон и др.) **Денатурат** **Дигиталис** (дигоксин) **Дикумарин** **Димедрол** и другие антигистаминные препараты (дипразин, супрастин **Древесный спирт** **Змеиный яд** **Изониазид**	*См. Амидопирин* *См. Барбитураты* *См. Индийская конопля* *См Морфин* Отеки, повышение артериального давления, нефропатия (появление белка в моче, уменьшение объема фильтрации). Нарушения сердечного ритма и ЭКГ, связанные с гипокалиемией и электролитно-стероидной кардиопатией *См. Суррогаты алкоголя* *См. Сердечные гликозиды* *См. Антикоагулянты* *См. Атропин* *См. Спирт метиловый* *См. Укусы змей* Диспепсические расстройства, головокружение, боли в животе, дизурические расстройства, протеинурия. При тяжелых отравлениях – судороги эпилептиформного типа с потерей сознания и расстройством дыхания	1. Форсированный диурез 2. Назначение м-холиномиметиков (ацеклидина, цизаприда) 3. Хлорид калия 3-5 г в сутки внутрь Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ. Витамин B_6 (10 мл 5%-ного раствора) внутривенно, повторно. Эфирно-кислородный наркоз с миорелаксантами, аппаратное дыхание.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Йод	При вдыхании паров йода возможно поражение верхних дыхательных путей (см. Хлор). При попадании концентрированных растворов йода внутрь развиваются тяжелые ожоги пищеварительного тракта, слизистая оболочка имеет характерный темно-бурый цвет.	Промывание желудка через зонд, лучше с использованием 0,5%-ного раствора тиосульфата натрия. Тиосульфат натрия (до 300 мл в 30%-ного раствора) внутривенно капельно. Лечение ожогов пищеварительного тракта (*см. Кислоты крепкие).*
Карбофос	*См. Фосфорорганические вещества*	
Кислоты крепкие (азотная, серная, уксусная, соляная, щавелевая и др.)	В начальном периоде при поступлении крепких кислот внутрь развиваются явления токсического ожогового шока, на 2-3-и сутки преобладают явления токсемии (повышение температуры, возбуждение, затем явления нефропатии и гепатопатии. Резчайшие боли в полости рта, по ходу пищевода и желудка. Повторная рвота с примесью крови, пищеводно-желудочное кровотечение. Значительная саливация, механическая асфикция в связи с болезненностью акта откашливания и отеком гортани. К концу первых суток в тяжелых случаях, особенно при отравлениях уксусной эссенцией, появляется желтушность кожных покровов как результат гемолиза Моча приобретает темно-коричневый цвет. Печень при пальпации увеличена и болезненна. Явления реактивного перитонита, панкреатита. При отравлении уксусной эссенцией наиболее выражены явления гемоглобинурийного нефроза (анурия, азотемия). Частыми осложнениями являются гнойный трахеобронхит и пневмонии.	Промывание желудка через зонд, смазанный растительным маслом, несмотря на наличие в желудочном содержание крови. Перед промыванием желудка подкожно – морфин (1 мл 1%-ного раствора) и атропин (1 мл 0,1%-ного раствора. Форсированный диурез. Введение 4%-ного раствора гидрокарбоната натрия до 1500 мл внутривенно при появлении мочи темного цвета и развитии метаболического ацидоза. Лечение ожогового шока. Для местного лечения обожженной поверхности внутрь через каждый час дают 20 мл микстуры следующего состава: 200 мл 10%-ной эмульсии подсолнечного масла, 2 г анестезина, 2 г биомицина. Сердечно-сосудистые средства: кордиамин (2 мл), кофеин (2 мл 10%-ного раствора) под кожу. Глюкозоновокаиновая смесь (300 мл 5%-ного раствора глюкозы, 50 мл 40%-ного раствора глюкозы, 30 мл 2%-ного раствора новокаина в вену капельно). Новокаиновая паранефральная блокада. В случаях значительной кровопотери проводят повторное переливание крови, плазмы – 250 мл. Применяют массивные дозы антибиотиков. Гормонотерапия: гидрокортизон (125 мг), АКТГ (40 ЕД в сутки) внутримышечно. (2 мл 5%-ного раствора).

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
	С 3-й недели появляются признаки рубцового сужения пищевода или, чаще, выходного отдела желудка. Постоянно отмечается ожоговая астения с похуданием и нарушением белкового и водно-электролитного равновесия.	Внутримышечно витамины: B_{12} (400 мкг), B_1 (2 мл 5%-ного раствора), B_6. Лечение токсической нефропатии. Кровоостанавливающие средства: викасол (2 мл 1%-ного раствора) внутримышечно, хлорид кальция (20 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При отеке гортани – ингаляции аэрозолей пенициллина (300 000 ЕД на 3 мл 0,5%-ного раствора новокаина) с 1 мл 5%-ного раствора эфидрина или 1 мл 0,1%-ного раствора адреалина. При безуспешности указанного мероприятия – трахеостомия. Диета № 1а в течение 3-5 суток, а затем стол № 5а, при кровотечении – голод.
Кодеин **Кокаин** **Коргликон**	*См. Морфин* *См. Дикаин* *См. Сердечные гликозиды*	
Кофеин	Шум в ушах, головокружение, тошнота, сердцебиение. Возможны выраженное психомоторное возбуждение, клонико-тонические судороги. В дальнейшем может развиться резкое угнетение центральной нервной системы вплоть до сопорозного состояния, выраженная тахикардия до уровня пароксизмальной, сопровождающаяся гипотонией и другие сердечные аритмии. При передозировке препаратов теофиллина, особенно при внутривенном введении, возможны приступ клоникотонических судорог и снижение артериального давления. Опасен ортостатический коллапс.	Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез. Аминазин (2 мл 2,5 %-ного раствора) внутримышечно. В тяжелых случаях – литическая смесь: аминазин (1 мл 2,5%-ного раствора), промедол (1мл 1% раствора), дипразин (2 мл 2,5%-ного раствора) с новокаином внутримышечно. При судорогах – барбамил (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Лечение сердечно-сосудистой недостаточности.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Лантозид	*См. Сердечные гликозиды*	
Мединал (барбитал-натрий)	*См. Барбитураты*	
Мепротан (мепробамат)	*См.Андаксин*	
Меркаптофос	*См. Фосфорорганические вещества*	
Метанол	*См. Спирт метиловый*	
Метафос	*См. Фосфорорганические вещества*	
Морфин (опий, пантопон, омнопон, геин, этилморфина гидрохлорид, кодеин, текодин, фенадон)	При приеме внутрь или при парентеральном введении токсических доз препаратов развивается коматозное состояние, которое характеризуется значительным сужением зрачков с ослаблением реакции на свет, гиперемия кожи, гипертонус мышц, иногда клонико-тонические судороги. В тяжелых случаях часто нарушается дыхание и развиваеся асфикция – резкий цианоз слизистых оболочек, расширение зрачков, сердечно-сосудистая недостаточность. При тяжелом отравлении кодеином возможны нарушения дыхания при сохраненном сознании больного. Возможно также значительное снижение артериального давления.	Повторное промывание желудка даже при внутривенном введении морфина, солевое слабительное. Форсированный диурез, ощелачивание мочи, перитонеальный диализ. Введение налорфина (анторфина) (3-5 мл 0,5%-ного раствора) внутривенно. Подкожно и внутривенно: атропин (1-2,2 мл 0,1%-ного раствора), кофеин (2мл 10%-ного раствора), кордиамин (2мл). Согревание тела. Внутривенно витамин B_1 (3 мл 5%-ного раствора) повторно. Ингаляция кислорода, искусственное дыхание.
Наперстянка	*См. Сердечные гликозиды*	
Нашатырный спирт	*См. Щелочи едкие*	
Ноксирон	*См. Барбитураты*	
Норсульфазол	*См. Сульфаниламиды*	
Одеколон	*См. Суррогаты алкоголя*	
Окись углерода	*См. Угарный газ*	
Омнопон	*См.морфин*	
Опий	*См. Морфин*	

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Пахикарпин	Расширение зрачков, расстройство зрения, резкая слабость, атаксия сухость слизистых оболочек, головокружение, тошнота, рвота, психоматорное возбуждение, клонико-тонические судороги, мышечные фибрилляции, тахикардия, бледность, акроцианоз, гипотония, боли в животе. В тяжелых случаях – потеря сознания, коллапс (часто ортостатический), остановка сердечной деятельности при внезапной брадикардии.	Промывание желудка, солевое слабительное, форсированный диурез, гемодиализ. АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) (2-3 мл 1%-ного раствора) внутримышечно. Прозерин (1 мл 0,05%-ного раствора) под кожу повторно. Внутривенно витамин B_1 (10 мл 5%-ного раствора) повторно. При остановке дыхания – искусственное аппаратное дыхание. При судорогах – барбамил (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Лечение токсического шока. Сердечно-сосудистые средства.
Перманганат калия	При попадании яда внутрь возникают резкие боли в полости рта, по ходу пищевода, в животе, рвота, понос. Слизистая оболочка полости рта и глотки отечна, темно-коричневого цвета. Возможны отек гортани и механическая асфикция, ожоговый шок, двигательное возбуждение, судороги, коллапс. Часто наблюдаются тяжелые пневмонии, геморрагический колит, гепатит, острая почечная недостаточность, явления паркинсонизма. При пониженной кислотности желудочного сока возможна метгемоглобинемия с выраженным цианозом и одышкой.	См. *Кислоты крепкие.* При резком цианозе (метгемоглобинемия) - метиленовый синий (50 мл 1%-ного раствора), аскорбиновую кислоту (30 мл 5%-ного раствора) внутривенно. При тяжелых отравлениях показана операция замещения крови. Внутримышечно витамины: B_{12} до1000 мкг, B_6 (3 мл 5%-ного раствора). Лечение острой почечной недостаточности.
Перекись водорода (пергидроль)	При попадании на кожу – побеление, ожог, волдыри, При приеме внутрь – ожоги пищеварительного тракта (см. *Щелочи едкие).*	См. *Щелочи едкие*
Пилокарпин	Покраснение лица, астматическое состояние, бронхорея, слюнотечение, обильное потоотделение, рвота, понос, сужение зрачков, неправильный пульс, цианоз, коллапс.	Промывание желудка 0,1%-ный раствором перманганата калия с последующим введением солевого слабительного и активированного угля. Атропин (2-3 мл 0,1%-ного раствора) под кожу или внутривенно.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Прозерин	*См. Пилокарпин*	
Промедол	*См. Морфин*	
Резорцин	*См. Фенолы*	
Реопирин	*См. Амидопирин*	
Ртуть	*См. Сулема*	
Салицилат натрия	*См. Салициловая кислота*	
Салициловый спирт	*См. Салициловая кислота*	
Салициловая кислота (ацетилсалициловая кислота, ПАСК)	Жжение и боль по ходу пищевода и желудка, повторная рвота, часто с примесью крови. Возбуждение, эйфория. Головокружение, шум в ушах, ослабление слуха, расстройство зрения. Дыхание шумное, учащенное. Бред, сопорозное состояние, кома. Иногда подкожные геморрагии, носовые, желудочно-кишечные и маточные кровотечения. Возможно развитие метгемоглобинемии, токсической нефропатии.	Промывание желудка, вазелиновое масло (50 мл) внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание мочи. Показан ранний гемодиализ. При кровотечении – викасол, хлорид кальция, при возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора) подкожно или внутримышечно. Лечение ожогов пищеварительного тракта (см. *Кислоты крепкие)*, при метгемоглобинемии – см. *Анилин.*
Сердечные гликозиды (дигоксин, дигитоксин, препараты ландыша, строфанта и др.)	Диспепсические расстройства (тошнота, рвота). Нарушение ритма сердечной деятельности: брадикардия, желудочковые и предсердные экстрасистолы, нарушения проводимости, различные виды тахикардии, мерцание желудочков. Падение артериального давления, цианоз, судороги, кома.	Промывание желудка, солевое слабительное. Атропин (1 мл 0,1%-ного раствора) подкожно при брадикардии. Внутривенное капельное введение хлорида калия (500мл 5%-ного раствора). При мерцании желудочков – новокаинамид (5 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Дипразин (1мл 2,5%-ного раствора), промедол (1 мл 1%-ного раствора), эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) медленно внутривенно, тетецин-кальция (20 мл 10%-ного раствора) в 300 мл 5%-ного раствора глюкозы внутривенно капельно. Унитиол по 5 мл 5%-ного раствора внутримышечно 4 раза в сутки.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Скипидар	При поступлении внутрь – резкие боли по ходу пищевода и в животе, рвота с примесью крови, жидкий стул, резкая слабость, головокружение. Возможны психомоторное возбуждение, бред, судороги, потеря сознания, кома с нарушением дыхания по типу механической асфикции. Позже могут развиться бронхопневмония, нефропатия, почечная недостаточность.	Промывание желудка. Форсированный диурез. Паранефральная блокада новокаином. При возбуждении и судорогах – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора) и барбамил (5мл 10%-ного раствора внутримышечно. Сердечно-сосудистые средства. Внутримышечно витамины B_{12} (400 мкг) и B_1 (5 мл 5%-ного раствора). Лечение токсического шока и нефропатии.
Соляная кислота	*См. Кислоты крепкие*	
Спирт гидролизный	*См. Суррогаты алкоголя*	
Спирт метиловый (метанол, древесный спирт)	Опьянение выражено слабо, тошнота, рвота. Характерно мелькание «мушек» перед глазами. На 2-3-и сутки появляются неясность видения, слепота, боли в ногах, голове, нарастание жажды. Кожа и слизистые оболочки сухие, гиперемированные, с синюшным оттенком, язык обложен серым налетом, запах алкоголя изо рта. Зрачки расширены, реакция на свет ослаблена. Тахикардия с последующим замедлением и нарушением ритма. Артериальное давление сначала повышено, затем падает. Сознание спутано, возможны психомоторное возбуждение, судороги, кома, гипертонус мышц конечностей, ригидность затылочных мышц, длительный коллапс, паралич дыхания.	Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ. Этиловый спирт 100 мл 30%-ного раствора внутрь, затем каждые 2 часа по 50 мл 4-5 раз. При коме внутривенно капельно этиловый спирт (1 мл/кг в сутки) в виде 5%-ного раствора. Преднизолон 25-30 мг внутривенно. Витамины B_1 (5 мл 5%-ного раствора) и аскорбиновая кислота (20 мл 5%-ного раствора) в вену. Глюкоза (200мл 40%-ного раствора) и новокаин (20 мл 2%-ного раствора внутривенно капельно. АТФ (2-3 мл 1% раствора) внутримышечно, повторно. Лечение токсического шока.
Спирт нашатырный	*См. Щелочи едкие*	

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптомы терапии
Спирт этиловый	При приеме внутрь токсических доз после общеизвестных симптомов опьянения быстро развивается кома, которая характеризуется холодной липкой кожей, гиперемией лица и конъюктив, снижением температуры тела, рвотой, непроизвольным выделением мочи и кала. Зрачки сужены, а при нарастании расстройства дыхания расширяются. Горизонтальный нистагм. Дыхание замедленное, пульс частый, слабый. Иногда судороги, аспирация рвотных масс, ларингоспазм. Возможна остановка дыхания, чаще в результате механической асфикции с последующим падением сердечно-сосудистой деятельности.	Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез. Туалет полости рта, взятие языка на языкодержатель, отсос слизи из полости глотки. Для восстановления нарушенного дыхания – атропин (1 мл 0,1%-ного раствора), кордиамин (2 мл), кофеин (2 мл) подкожно, лучше внутриязычно или внутривенно. При отсутствии глоточных рефлексов – интубация и искусственное аппаратное дыхание. Глюкоза (800 мл 10%-ного раствора) с инсулином (16ЕД) внутривенно. Внутримышечно витамины B_6 (2 мл) и B_1 (5 мл). Ощелачивание мочи (гидрокарбонат натрия до 1000 мл 4%-ного раствора внутривенно капельно). Никотиновая кислота (1 мл 5%-ного раствора) подкожно повторно. Антибиотики. Лечение токсического шока.
Спорынья (маточные рожки, эрготин, эрготоксин, эрготамин)	Слюнотечение, рвота, понос, жажда, боли в животе, головокружение, бледность кожных покровов, одышка, бред, кома, анестезия кожи конечностей, судороги, маточные кровотечения, при беременности – аборт. Нарушения кровоснабжения конечностей, трофические язвы.	Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез. Вдыхание амилнитрита. Глюкозо-новокаиновая смесь (30 мл 2%-ного раствора новокаина, 500 мл 10%-ного раствора глюкозы) внутривенно капельно. При судорогах – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора) внутримышечно или барбамил (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При сосудистых спазмах подкожно 2 мл 2%-ного раствора папаверина. Сердечно-сосудистые средства. Паранефральная новокаиновая блокада
Стиптицин	*См. Спорынья*	
Стрептоцид	*См. Сульфаниламиды*	

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Стрихнин	Горький вкус в полости рта, пугливость, беспокойство, сведение затылочных мышц, тризм, тетанические судороги, сердцебиение, затруднение дыхания, цианоз.	Промывание желудка, солевое слабительное. Форсированный диурез. При судорогах – эфирно-кислородный наркоз с барбитуратами, искусственное аппаратное дыхание. Сердечно-сосудистые средства.
Строфантин	См. *Сердечные гликозиды*	
Сульфаниламиды (стрептоцид, сульфадимезин, норсульфазол и др.)	При легких отравлениях - тошнота, рвота, головокружение, слабость. При тяжелых отравлениях в крови образуется сульфгемоглобин и метгемоглобин, появляются резкий цианоз, возбуждение, сопорозное состояние. Возможны гемолиз, желтуха, агранулоцитоз, некротическая ангина. Острая почечная недостаточность (олигурия, азотемия) развивается при повторном приеме больших доз препаратов (свыше 10 г) на фоне сниженного диуреза и кислой реакции мочи (кристаллурия).	Промывание желудка через зонд, солевое слабительное. Форсированный диурез (ощелачивание мочи). Ранний гемодиализ. Димедрол (1 мл 1%-ного раствора), хлорид кальция (10 мл 10%-ного раствора) внутривенно. При метгемоглобинемии – см. *Анилин*. Витамины: аскорбиновая кислота (10 мл 5%-ного раствора), B_{12} (до 600 мкг) внутримышечно. Паранефральная новокаиновая блокада. Лечение острой почечной недостаточности. Промывание мочеточников и почечных лоханок 2,5%-ный раствором гидрокарбоната натрия при кристаллурии.
Суррогаты алкоголя	*См. Спирт этиловый*	
1. Гидролизный и сульфитный спирты представляют собой спирт этиловый, полученный из древесины путем гидролиза. Токсичнее этилового спирта		
2. Тетурам	*См. Антабус*	
3. Тиофос	*См.Фосфорорганические вещества*	
Триоксазин	*См. Андаксин*	

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Угарный газ (окись углерода)	Головная боль, стук в висках, головокружение, сухой кашель, боль в груди, слезотечение, тошнота, рвота. Возможно возбуждение со зрительными и слуховыми галлюцинациями. Гиперемия кожи. Такикардия, повышенное артериальное давление. Далее развиваются адинамия, сонливость, двигательные параличи, потеря сознания, кома, судороги, нарушение дыхания, нарушение мозгового кровообращения, отек мозга. Возможно развитие инфаркта миокарда, кожно-трофических расстройств.	Вынести пострадавшего на свежий воздух, непрерывная ингаляция кислорода в течение нескольких часов. Внутривенное введение аскорбиновой кислоты (20-30 мл 5%-ного раствора), глюкозы (500 мл 5%-ного раствора) и новокаина (50 мл 2%-ного раствора). При возбуждении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (1 мл 1%-ного раствора), дипразин (2 мл 2,5%-ного раствора), промедол (1 мл 2%-ного раствора) внутримышечно. При нарушениях дыхания – эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) внутривенно, искусственное аппаратное дыхание. При судорогах – барбамил (3 мл 10%-ного раствора) внутривенно. Витаминотерапия. При длительной коме – гипотермия головы, гепарин 5000-10 000 единиц в сутки внутривенно, антибиотики, осмотический диурез без водной нагрузки. Повторные люмбальные пункции.
Уксусная эссенция	*См. Кислоты крепкие*	
Укусы змей (гадюка, гюрза и др.)	Сильная и продолжительная боль, большой отек в месте укуса, увеличивающийся в 1-2-е сутки, подкожные кровоизлияния, сонливость, иногда возбуждение и судороги. Возможно развитие коллапса и расстройства дыхания по типу анафилактического шока. При укусе кобры – паралич двигательной мускулатуры	Введение специфической противозмеиной сыворотки. Циркулярная новокаиновая блокада выше места укуса. Промывание ранки 1%-м раствором перманганата калия, инъекция в рану 0,3 мл 0,1% раствора адреналина. Местно – холод. Внутримышечно – промедол (2 мл 1% раствора), аминазин (1мл 2,5% раствора), димедрол (2 мл 1% раствора). Хлорид кальция (10 мл 10% раствора), глюкоза (300 мл 20% раствора), инсулин 10 единиц капельно внутривенно. Гидрокартизон 300 мг в сутки внутримышечно. Антибиотики. Иммобилизация отечной конечности. При укусе кобры – длительное (в течение нескольких часов) искусственное дыхание.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Фенилин **Фенобарбитал** (люминал)	*См. Антикоагулянты* *См. Барбитураты*	
Фосфорорганические вещества (тиофос, хлорофос, карбофос и др.)	Отравления развиваются при попадании этих препаратов в желудок, через дыхательные пути и кожные покровы. I стадия – психомоторное возбуждение, миоз, стеснение в груди, одышки, влажные хрипы в легких, потливость, повышение артериального давления. II стадия – преобладают отдельные или генерализованные фибрилляции мышц, клонико-тонические судороги, хореические гиперкинезы, ригидность грудной клетки, нарушение дыхания из-за нарастающей бронхореи. Коматозное состояние. III стадия – угнетение дыхательного центра вплоть до полной остановки дыхания. Поддержание жизни возможно только путем аппаратного дыхания. Далее наступают параличи дыхательных мышц и мышц конечностей, падение артериального давления, расстройства сердечного ритма (брадикардия, фибрилляция желудочков, нарушения проводимости сердца (увеличение систолического показателя)	Промывание желудка повторное, солевое слабительное I стадия – атропин (2-3 мл 0,1%-го раствора) под кожу, аминазин (2 мл 2,5%-го раствора) и сульфат магния (10 мл 25%-го раствора) внутримышечно. Атропинизация до сухости в полости рта в течение суток. II стадия – атропин по 3 мл внутривенно в растворе глюкозы, повторно до купирования бронхореи и появления сухости слизистых оболочек (15-20 мл) При резкой гипертонии и судорогах – бензогексоний (1 мл 2% раствора), магния-сульфат (10 мл 25% раствора) внутримышечно, барбамил (5 мл 10% раствора) внутривенно, гидрокарбонат натрия (до1000 мл 4% раствора) внутривенно, реактиваторы холинэстеразы – дипироксим (1 мл 15% раствора) подкожно повторно. III стадия – искусственное аппаратное дыхание. Атропин внутривенно капельно – 20-30 мл до купирования бронхореи. Реактиваторы холинэстеразы. Лечение токсического шока. Гидрокортизон (до 300 мг в сутки) внутримышечно. Антибиотики. Операция замещения крови на 2-3-и сутки после отравления при низкой активности холинэстеразы и нарушении проводимости сердца.

Токсическое вещество	Симптомы отравление	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
Фтивазид	*См. ПАСК*	
Хинин (акрихин, плазмоцид)	Для легкого отравления характерна головная боль, головокружение, шум в ушах, нарушение зрения, рвота, жидкий стул, боли в животе. В случае отравления акрихином развивается состояние «акрихинового психоза» - резкое психомоторное возбуждение с появлением □алллюцинаций и полной дезориентацией пострадавших, клиникотонические судороги. Отмечается желтушное окрашивание кожных покровов и склер. В тяжелых случаях преобладают явления сердечно-сосудистой недостаточности, ускорение пульса и падение артериального давления, нарушение проводимости сердца. Возможно развитие глубокой комы с расширением зрачков и отсутствием их реакции на свет, нарушением дыхания. Иногда наблюдается токсическое поражение печени, атрофия зрительного нерва.	Внутрь активированный уголь – 2 столовые ложки, затем промывание желудка, лучше раствором перманганата калия (1:1000), после чего солевое слабительное (30г). Форсированный диурез (ощелачивание мочи), ранний гемодиализ. При «акрихиновом» опьянении – аминазин (2 мл 2,5%-ного раствора), димедрол (2 мл 1%-ного раствора) внутримышечно, фенобарбитал – 0,2 г внутрь. Лечение токсического шока. Глюкоза (100 мл 40%-ного раствора) внутривенно капельно, инсулин 10ЕД, аскорбиновая кислота (20 мл 5%-ного раствора) внутримышечно. Гидроккортизон до 300 мг в сутки, нуклеинад натрия (10 мл 2%-ного раствора) внутримышечно. Сердечно-сосудистые средства. Против амблиопии: люмбальная пункция, витамин B_1 (1 мл 2,5%-ного раствора) внутримышечно, никотиновая кислота (10 мл 1%-ного раствора) медленно внутривенно, витамин А по 10 000 – 25 МЕ в сутки внутримышечно.
Хлор и другие раздражающие газы (аммиак)	Вдыхание концентрированных паров может привести к быстрой смерти в результате химического ожога дыхательных путей и рефлекторного торможения дыхательного центра. В менее тяжелых случаях появляются резь в глазах, слезоточение, мучительный приступообразный кашель, боли в груди, головная боль, диспепсические расстройства. В легких много сухих и влажных хрипов, развиваются явления острой эмфиземы легких,	Вынос больного из пораженной зоны, кислород, морфин (1 мл 1%-ного раствора), атропин (1 мл 0,1%-ного раствора), эфидрин (1 мл 5%-ного раствора) подкожно. Хлорид кальция (15 мл 10%-ного раствора) или глюконат кальция (20 мл 10%-ного раствора), эуфиллин (10 мл 2,4%-ного раствора) внутривенно. Димедрол (2 мл 1%-ного раствора) подкожно. Гидрокортизон до 300 мг в сутки внутримышечно.

Токсическое вещество	Симптомы отравления	Неотложная помощь 1. Методы активной детоксикации 2. Антидотное лечение 3. Симптоматическая терапия
	тяжелая одышка, цианоз слизистых оболочек. Возможно тяжелая бронхопневмония с повышением температуры и развитием токсического отека легких.	Ингаляция аэрозолей содового раствора, антибиотиков, новокаина с эфедрином. Антибиотики: пенициллин (2 000 000 ЕД), стрептомицин (1 г в сутки) внутримышечно. Лечение токсического отека легких и токсического шока. Лечение конъюктивита: промывание глаз водопроводной водой в течение 10 минут, введение стерильного вазелинового масла.
Хлордиазепоксид (элениум)	См. *Барбитураты*	
Хлорофос	*См. Фосфорорганические вещества*	
Щелочи едкие	При поступлении внутрь – ожоги пищеварительного тракта, приводящие к развитию болевого шока, повторных массивных пищеводно-желудочных кровотечений, механической асфикции в результате ожога и отека глоточного кольца, а также рефлекторного отека гортани, тяжелой ожоговой болезни, реактивного перитонита. В более поздние сроки (на 3-4-ой неделе) развивается сужение пищевода, антрального отдела желудка. Основные осложнения: массивные кровотечения, аспирационная пневмония.	См. *Кислоты крепкие*
Эрготоксин	*См. Спорынья*	
Этаминал-натрия	*См. Барбитураты*	

Приложение № 4

Инфекционные заболевания

Приложение № 5

Структура Центра

Приложение № 6

Структура МЛК

Приложение № 7

ПРИЕМНО-СОРТИРОВОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Штаты:

Врач анестезиолог – 1

Врач хирург – 1

Медсестра – 2

Медицинский регистратор – 1

Санитар – 1

Водитель – 1

Оснащение:

	Наименование	шт.
	Сумка БПГ (двойная)	10
	Вакуумные шины	4

	Вакуумный матрац	4
	Насос	4
	Кислородная станция	3
	Лестничные шины	10
	Транспортные шины	15
	Носики санитарные	10
	Пластиковые носики	2
	Пульсоксиметр	3
	Оксилог	3
	Мешок «АМБУ»	4
	«Мультихелп»	1
	Фонарики	10
	Противогазы	10
	Воротник «Шанца»	30
	Корсет головодержащий	5
	Противоожоговые аэрозоли	20
	Перчатки не стерильные	300
	Деревянный щит	3
	Носилки	200
	Подставки под носилки	20
	Журнал регистратора	2
	Фишки	3
	Подставки под носилки	20
	Регистрационные карты	

Приложение № 8

ПРОТИВОШОКОВАЯ

Штаты:

Врач анестезиолог – 1

Медсестра анестезистка – 2

Оборудование:

	Наименование	шт.
	Столик мед.сестры- анестизистки	2
	Тазы для мусора	2
	Ведра	2
	«Атмос»	1
	Дефибриллятор	1
	Кислородные станции	2
	Аппарат ИВЛ «ФАЗА – 5»	3
	Аппарат ИВЛ «ФАЗА-9»	1
	Аппарат ИВЛ «ОКСИЛОГ»	1
	Мешки «АМБУ»	2
	Пульсоксиметр	3
	Кардиомонитор	1
	Тонометр с фонендоскопом	3
	Термометр	2
	Ларингоскоп с набором клинков	1
	Проводники	2
	Кислородный баллон 40 л	8

	Редуктор	5
	Языкодержатель	2
	Роторасширитель	2
	Судно подкладное	2
	Почковидный лоток	4
	Стойки под носилки	6
	Стойки под системы	7
	Атмос	1
	Стол перевязочный	1

Расходный материал:

Трубки для интубации – по 10 всех размеров – 80

(№ 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0)

Катетеры для санации трахеи – 10

Кубитальные катетеры – по 10 каждого размера – 40

(№ 18 – 19 – 20 – 22)

Катетеры мочевые «Фолея» – 9

(№ 18 – 20 – 22)

Подключичные катетеры – 15

Приложение № 9

ПЕРЕВЯЗОЧНАЯ ДЛЯ ЛЕГКО РАНЕННЫХ

Штаты:

Врач хирург (травматолог) – 2

Медсестра, фельдшер – 1

Мед.регистратор – 1

Водитель – 1

Оборудование:

	Наименование	шт.

	Столик мед.сестры	1
	Мешок «АМБУ»	2
	Отдельные стерильные наборы	
	Набор ПХО	5
	Ампутационные наборы	3
	Сумка БПГ	2
	Носилки	30
	Станки Павловского	15
	Стол	3

Медикаменты:

	Наименование	шт.
	Перекись водорода	3 л
	Раствор бриллиантовой зелени	1 л
	Раствор йода	0,5 л
	Новокаин 0,5 %	5 л
	Лидокаин 10 % (аэрозоль)	50 фл
	Лидокаин 2 % - 2,0	100 ам
	Спирт 96 %	4 л
	Бинт 7 х 14	2 меш
	Бинт 5 х 10	3 меш
	Салфетки 16 х 14	2 меш
	Салфетки «АКТИ»	
	Подставки под носики	6 пар

ПЕРЕВЯЗОЧНАЯ

Штаты:

Врач хирург (травматолог) – 2

Медсестра, фельдшер – 1

Медицинский регистратор – 1

Водитель – 1

Оборудование:

Столик медсестры – 1 шт.

Мешок «АМБУ» – 2 шт.

Отдельные стерильные инструменты

Набор ПХО – 5 шт.

Ампутационные наборы – 3 шт.

Медикаменты:

	Наименование	Кол-во
	Перекись водорода	3 л
	Раствор бриллиантовой зелени	1 л
	Раствор йода	0,5 л
	Сумка БПГ	2 шт.
	Новокаин 0,5 %	5 л
	Лидокаин 10 % (аэрозоль)	50 фл.
	Лидокаин 2% - 2.0	100 амп.
	Спирт 96 %	4 л
	Бинт 7 х 14	2 меш.
	Бинт 5 х10	3 меш.
	Салфетки 16 х 14	2 меш.
	Салфетки «АКТИ…»	
	Подставки под носики	6 пар

	Стол	3 шт.

Приложение № 10

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ

Штаты:

- врачи – 3 чел
- медсестры – 3 чел
- медицинский регистратор – 1 чел
- санитары носильщики – 2 чел

Оборудование:

	Наименование	шт.
	Бестеневая лампа	1
	Столик медсестры анестезистки	1
	Стол операционный	1
	Столик медсестры операционной	1
	Тазы для мусора	4
	Ведра	3
	«Атмос»	2
	Набор банок к «Атмосу»	1
	Дефибриллятор	1
	Кислородные станции	2
	Аппарат ИВЛ «ФАЗА – 5»	1
	Мешки «АМБУ»	2
	Аппарат эндоскоп	2

	Лапароскоп	2
	Пульсоксиметр	1
	Кардиограф	1
	Тонометр с фонендоскопом	3
	Термометр	5
	Ларингоскоп с набором клинков –	1
	Проводники	2
	Щипцы «М»	1
	Кислородный баллон 40 л	2
	Редуктор	1
	Языкодержатель	5
	Роторасширитель	5
	Судно подкладное	2
	Почковидный лоток	4
	Набор шин: для рук	20
	Набор шин для ног	20
	Носилки	2

Расходный материал:

Трубки для интубации – по 10 всех размеров – 80 шт

(№ 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0)

Катетеры для санации трахеи – 30 шт

Кубитальные катетеры – по 20 каждого размера – 80 шт

(№ 18 – 19 – 20 – 22)

Катетеры мочевые «Фолея» - 30 шт

(№ 18 – 20 – 22)

Подключичные катетеры – 30 шт

(№ 1,0 – 1,5 – 0,6)

Устройство для переливания крови – 100 шт

Шприцы одноразовые:

2,0 – 100 шт

5,0 – 200

10,0 – 200 шт

20,0 – 100 шт

Перчатки стерильные (№ 7,5 – 9,0) – 100 пар

Перчатки не стерильные – 400 шт

Набор подключичной пункции – 10 шт

Трахеостомический набор – 5 шт

Набор венесекции – 5 шт

Набор для передуральной анастезии – 10 шт

Простыни одноразовые – 50 шт

Простыни х/б – 50 шт

Халаты для медперсонала – 20 шт

Медикаменты:

	Наименование	Кол-во, шт.
	Морфин	50
	Промедол	50
	Трамал	100
	Калипсол	40
	Дитиллин	50
	Реланиум	100
	Дроперидол	50
	ГОМК	100

	Тиопентал	50
	Ардуан	50
	Атропин	100
	Прозерин	50
	Дроперидол	50
	Строфантин	50
	Контрикал	50
	Баралгин	50
	Дексазон	100
	Преднизолон	99
	Дофамин	200
	Тавегил	50
	Адреналин	50
	Кофеин	50
	Натрия хлорид 10,0	200
	Глюкоза 20,0	100
	Хлористый кальций	50
	Панангин	50
	Магния сульфат	50
	Дибазол	20
	Лазикс	50
	Церукал	50
	Кислота аскорбиновая	100
	Эуфиллин	100

	Викасол	50
	Дицинон	50
	Инсулин	10
	Анальгин	100
	Димедрол	100
	Новокаин	100
	Лидокаин	50
	Трентал	20
	Гепарин	20
	Гемостатическая губка	50
	Но-шпа	100
	Кавинтон	50
	Кордиамин	50
	Полиглюкин 400,0	45
	Реополиглюкин 400,0	30
	Глюкоза 5 %	45
	Солевые растворы	30
	Натрия хлорид 400,0	45
	Альбумин 10 % - 200,0	20
	Спирт 96 %	3 л

Расходный материал для хирургических манипуляций

	Наименование	Кол-во, шт.
	Салфетки стерильные 16 х 14	300

	Салфетки стерильные 10 х 10	100
	Бинт стерильный 7 х 14	100
	Бинт стар 5 х 10	100
	Вата стерильная медицинская 500,0	5
	Спирт 96 %	5 л
	Фурациллин	500 таб
	«Пливасепт» 1 л	2
	Деохлор	100 таб
	Антисептическое жидкое мыло	2
	Перекись водорода 3 %	2 л
	Раствор бриллиантовой зелени 25,0	20
	Йод 25,0	40
	Натрия хлорид 400,0	30
	Гемостатическая губка	10
	Набор стерильного белья для операционной	20
	Перчатки стерильные (7,5 – 9,0)	200

Операционные наборы:

	Наименование	Кол-во, шт
	ПХО	30
	Ампутационный набор	5
	Лапаратомный набор	1
	Торакальный набор	1
	Малый операционный набор (сосудистый)	1

	Набор для плевральной пункции	10
	Набор троакоров	3
	Отдельные стерильные инструменты	

ОПЕРАЦИОННАЯ

Штаты:

Врач хирург (травматолог) – 2

Врач анестезиолог – 1

Медсестра анестезистка – 1

Медсестра операционная – 2

Оборудование:

	Наименование	Кол-во
	Операционный стол	2 шт
	Бестеневая лампа	2 шт
	Столик медсестры анестезистки	1 шт
	Столик медсестры операционной	2 шт
	Тазы для мусора	3 шт
	Ведра	3 шт
	Аппарат «АТМОС»	2 шт
	Набор банок к аппарату «АТМОС»	1 комп
	Дефибриллятор	1 шт
	Аппарат ИВЛ «ФАЗА-5»	2 шт
	Мешки «АМБУ»	2 шт
	Пульсоксиметр «ТРИТОН»	1 шт
	Кардиограф 1 кан.	1 шт
	Тонометр с фонендоскопом	2 шт

	Термометр	2 шт
	Ларингоскоп с набором клинков	1 шт
	Кислородный баллон 40 л	4 шт
	Редуктор	2 шт
	Подставки под тазы	2 шт
	Стойки под системы	2 шт
	Кислородный концентратор	1 шт
	Сухожаровой шкаф	1 шт
	Аппарат для стерилизации «Озонатор»	1 шт

Расходный материал:

	Наименование	Кол-во, шт
	Салфетки стерильные 10 х 10	300
	Бинты стерильные 7 х 14	100
	Бинт стерильный 5 х 10	100
	Спирт 96 %	5 л
	Фурациллин	500 таб
	«Пливасепт» 1 л	2
	Деохлор	100 таб
	Антисептическое жидкое мыло	2
	Перекись водорода 3 %	2 л
	Раствор бриллиантовой зелени 25.0	20
	Йод 25.0	40

	Натрия хлорид 400.0	30
	Гемостатическая губка	10
	Набор стерильного белья для операционной	20
	Перчатки стерильные (7.5 – 9.0)	300

Операционные наборы:

	Наименование	Кол-во
	ПХО	30 комп
	Ампутационный набор	3 комп
	Лапаратомный набор	6 комп
	Торакальный набор	4 комп
	Малый операционный набор (сосудистый)	3 комп
	Набор для плевральной пункции	10 комп
	Набор троакаров	3 комп
	Трепанационный набор	2 комп
	Набор для трахеостомии	3 комп
	Набор для венесекции	2 комп
	Отдельные стерильные инструменты	

Расходный материал:

Трубки для интубации – по 2 всех размеров – 16 шт

(№ 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0)

Катетеры для санации трахеи – 10 шт

Кубитальные катетеры – по 10 каждого размера – 40 шт

(№ 18 – 19 – 20 – 22)

Катетеры мочевые «Фолея» - 10 шт

(18 – 20 – 22)

Подключичные катетеры – 9 шт

(№ 1,0 – 1,5 – 0,6)

Устройство для переливания крови – 10 шт

Шприцы одноразовые:

2,0 – 50 шт

5,0 – 100 шт

10,0 – 100 шт

20,0 – 50 шт

Перчатки стерильные (7,5 – 9,0) – 20 пар

Перчатки не стерильные – 20 шт

Набор подключичной пункции – 10 шт

Трахеостомический набор – 1 шт

Набор для передуральной анастезии – 1 шт

Простыни одноразовые – 50 шт (коплект)

Простыни х/б – 10 шт

Халаты для медперсонала – 10 шт

Медикаменты

	Наименование	Кол-во, шт
	Морфин	50
	Промедол	50
	Трамал	100
	Калипсол	40
	Дитиллин	50
	Реланиум	100
	Дроперидол	50
	ГОМК	100
	Тиопентал	50

	Ардуан	50
	Атропин	100
	Прозерин	50
	Дроперидол	50
	Строфантин	50
	Контрикал	50
	Баралгин	50
	Дексазон	100
	Преднизолон	99
	Дофамин	200
	Тавелгин	50
	Адреналин	50
	Кофеин	50
	Натрия хлорид 10,0	200
	Глюкоза 20,0	100
	Хлористый кальций	50
	Панангин	50
	Магния сульфат	50
	Дибазол	20
	Лазикс	50
	Церукал	50
	Кислота аскорбиновая	100
	Эуфиллин	100
	Викасол	50

	Дицинон	50
	Инсулин	10
	Анальгин	100
	Димедрол	100
	Новокаин	100
	Лидокаин	50
	Трентал	20
	Гепарин	20
	Гемостатическая трубка	50
	Но-шпа	100
	Кавинтон	50
	Кордиамин	50
	Полиглюкин 400,0	45
	Реополиглюкин 400,0	30
	Глюкоза 5 %	45
	Солевые растворы	30
	Натрия хлорид 400,0	45
	Альбумин 10 % - 200,0	20

Расходный материал для хирургических манипуляций

	Наименование	Кол-во
	Салфетки стерильные 16 х 14	500

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

С. Г. Паняк, Ю. В. Нарышкин, А. Ш. Мамедов, П. М. Анохин
Под редакцией С. Г. Паняка

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие

для студентов направления 280700 – «Техносферная безопасность»
специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях»
20.03.01 – бакалавр и 20.04.01 – магистр

Екатеринбург - 2016

М 22
П 16

Рецензент: *Поленов Ю. А.,* доктор геолого-минералогический наук, профессор кафедры геологии УГГУ

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях15 июня 2015 г. (протокол № 9) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Паняк С. Г., Нарышкин Ю. В., Мамедов А. Ш., Анохин П.М.
П 16. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / С. Г. Паняк, Ю. В. Нарышкин, А. Ш. Мамедов, П. М. Анохин (под редакцией С. Г. Паняка); Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 296 с.

В учебном пособии рассмотрены проблемы подготовки объектов экономики к устойчивому функционированию, дана краткая характеристика чрезвычайных ситуаций природного и техногенного генезиса, сделан анализ причин роста количества аварий и катастроф на производстве, представлены требования для повышения устойчивого функционирования отраслей промышленности. Кроме того, в книге приведены правовые основы и методы обеспечения безопасности в техносфере РФ: Основы сертификации работ, декларирование безопасности опасных производственных объектов, лицензирование промышленной деятельности, страхование промышленных рисков, экспертиза промышленной безопасности, актуальные проблемы управления безопасностью.

Учебное пособие предназначено для студентов направления 280700 – «Техносферная безопасность» специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» 20.03.01 – бакалавр и 20.04.01 – магистр.

УДК М 22
П 16

© Паняк С. Г., Нарышкин Ю.В.,
Мамедов А. Ш., Анохин П. М., 2016
© Уральский государственный горный университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ. КЛАССИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ …… 6

2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ... 21
   2.1. Организационные формы объектов экономики…..…….. 21
   2.2. Классификация объектов экономики...…… 24

3. УЯЗВИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ ……... 32
   3.1. Топливно-энергетический комплекс …… 32
   3.2. Горнодобывающая промышленность …….. 36
   3.3. Транспортная система ……....…… 39
   3.4. Потенциально опасные технологии и производства …...…… 44

4. НЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ЗОНЫ ВОЗМОЖНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ ……..…… 50
   4.1. Пищевая промышленность …… 50
   4.2. Сельское хозяйство ……. 50
   4.3. Окружающая среда ……. 54

5. ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ЧС ..……..... 59
   5.1. ЧС природного происхождения ...……..… 59
   5.2. ЧС космического происхождения ….…… 78
   5.3. Техногенные аварии и катастрофы ..…….. 81
   5.4. Аварии и порядок их расследования……. 89

6. ПОДГОТОВКА ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ К УСТОЙЧИВОМУ ФУНКЦИОНИРОВАНИЮ В ЧС ……. 96
   6.1. Статистика чрезвычайных ситуаций техногенного характера… 96
   6.2. Условия устойчивого развития экономики …..…..……...…… 98
   6.3. Подготовка к выполнению работ по восстановлению экономики в ЧС ..……. 107
   6.4. Подготовка системы управления экономикой в ЧС …….. 108

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧС …… 114
   7.1. Документы, разрабатываемые при подготовке исследований 117
   7.2. Оценка устойчивости работы объекта ……..…. 120
   7.3. Разработка мероприятий, повышающих устойчивость работы объекта ..……...…. 125
   7.4. Исследование устойчивости объектов экономики …..…..…… 130

8. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЧС ……. 131
   8.1. Требования по повышению устойчивости особо опасных

объектов экономики ……..……...… 133
8.2. Требования к объектам, которых расположены в зонах опасных природных явлений ……..….. 135
8.3. Требования по повышению устойчивости функционирования топливно-энергетического комплекса …… 137
8.4. Требования по повышению устойчивости функционирования транспорта ……..……..... 141

9. РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ……... 147
9.1. Генеральные планы промышленных предприятий …….. 147
9.2. Требования к размещению промышленных предприятий …. 148
9.3. Планировка и размещение зданий потенциально опасных производств ...……..... 151
9.4. Рациональное размещение производительных сил ……. 158

10. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РОСТА КОЛИЧЕСТВА ЧС …… 161

11. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧС …… 165

12. ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ …..... 172
12.1. Предупреждение аварий и катастроф в техносфере как основа безопасного развития общества …….. 172
12.2. Цели, задачи, правовые основы и методы обеспечения безопасности в техносфере …….. 175
12.3. Основные мероприятия по предупреждению аварий и катастроф в промышленности ……..…… 177
12.4. Государственное регулирование в сфере безопасности в промышленно развитых странах …..……. 183

13. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ …….. 195
13.1. Безопасность и устойчивость развития общества ……... 195
13.2. Концепции и принципы обеспечения промышленной безопасности …… 200

14. ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ …….. 207
14.1. Организация экспертизы промбезопасности ……..…….. 207
14.2. Государственная экспертиза проектов …..…….…… 213

15. ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ РАБОТ, ТОВАРОВ, УСЛУГ 233
15.1. Законодательное обеспечение систем стандартизации, метрологии и сертификации ……..……..….. 233

15.2. Проблемы разработки систем стандартизации, метрологии и сертификации в отраслях промышленности ……..….... 234
15.3. Сертификация продукции – составная часть мероприятий по предупреждению аварий и катастроф ……..….... 236
15.4. Принципы и методика сертификации потенциально опасных промышленных производств……. 242
15.5. Сертификация безопасности взрывоопасных технологий ….. 247
15.6. Экспертиза технического состояния оборудования …..……. 249
16. ДЕКЛАРИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ……..... 253
16.1. Идентификация особо опасных производств ……..….. 258
16.2. Структура декларации безопасности промышленного объекта …….…...… 259
16.3. Разработка, утверждение и представление декларации безопасности ……..……...…... 260
16.4. Особые требования к декларации безопасности для проектируемого объекта ……...…… 261
16.5. Особые требования к декларации безопасности для действующего объекта ……..……..…… 263
16.6. Особые требования к декларации выводимого из эксплуатации объекта ...……...……. 264
16.7. Особые требования к декларации безопасности гидротехнических сооружений, хвостохранилищ и шламонакопителей …...……. 264
16.8. Организация проведения декларирования потенциально опасного объекта ...……..…….. 265
16.9. Экспертиза декларации промышленной безопасности 267Г
17. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ…. лава
18. ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ И НАДЗОРА …… 278
19. СТРАХОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ …… 274
19.1. Страхование техногенных рисков …….……... 288
19.2. Нормативно-правовое регулирование вопросов предупреждения ЧС …… 290
20. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ……..……..... 295
20.1. Актуальные проблемы управления безопасностью …..….. 295
20.2. Современные информационные технологии…. . ……. 300
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……...…….. 300
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ….……. 308
309

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ. КЛАССИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (ЧС)

«Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях» – первая из специальных дисциплин, призванная ознакомить студентов с широким кругом вопросов, связанных с обеспечением бесперебойного функционирования различных отраслей народного хозяйства в военное время и чрезвычайных ситуациях.

Для условий военного времени в 1976 году было утверждено «Положение о гражданской обороне СССР». Одной из основных задач гражданской обороны являлась задача повышения устойчивости экономики страны. Для ее решения были разработаны и утверждены «Общие требования повышения устойчивости экономики страны в военное время». На основе этого документа были разработаны и утверждены территориальные (республиканские, областные, городские) и отраслевые требования по повышению устойчивости (на военное время), а также дано следующее определение понятия устойчивости функционирования объектов экономики (УФОЭ): «Под устойчивостью функционирования территориального звена экономики (автономная республика в составе РФ, край, область, город, район) понимается его способность обеспечивать производство продукции в установленных номенклатуре и объеме, а также жизнедеятельность населения на соответствующих территориях в военное время».

Такой подход к изучению и решению данной проблемы в то время был правомочным. Однако после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году особое внимание стали уделять вопросам повышения устойчивости функционирования экономики в мирное время в условиях возможных опасных ситуаций природного и техногенного характера.

В последние годы жизнь внесла соответствующие коррективы как в военный, так и в мирный аспекты повышения устойчивости функционирования объектов экономики. Основными причинами тому стали, с одной стороны, понимание того, что ядерная война – это безумие, и она маловероятна, с другой стороны, развитие обычных средств поражения не снижает опасности крупных разрушений и потерь, соизмеримых с ущербом от ядерного воздействия (Ирак, Чечня, Югославия, Сирия, Украина и др.).

В «Каталоге основных понятий РСЧС» (ВНИИ ГОЧС 1993 г.) исходя уже из новых подходов в решении задач, дается следующее понятие устойчивости: «Устойчивость функционирования экономики в чрезвычайных ситуациях – способность территориальных и отраслевых звеньев экономики удовлетворять основные жизненно важные интересы населения и общества на уровне, обеспечивающем их защиту от опасностей, вызываемых военными действиями». Вместе с тем и мирное время предъявило свои требования к защите экономики, подготовке ее к устойчивому функционированию в

чрезвычайных ситуациях, в условиях разрушительного воздействия стихий, производственных аварий и катастроф.

В разных районах России, а также сопредельных государствах функционируют объекты атомной энергетики, химической промышленности и другие производства, аварии на которых могут повлечь за собой не только человеческие жертвы и материальный ущерб, но и серьезные политические, экологические, социальные и экономические последствия. Исходя из этого, в последнее время приоритетными направлениями в решении проблемы повышения устойчивости являются прогноз и предупреждение возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий, а также снижение тяжести их последствий на основе постоянного мониторинга территорий.

Согласно современным представлениям, ***под устойчивостью функционирования объектов экономики понимают способность их в чрезвычайных ситуациях противостоять воздействиям поражающих факторов с целью поддержания выпуска продукции в запланированном объеме и номенклатуре; предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровья персонала, населения и материального ущерба, а также обеспечения восстановления нарушенного производства в минимально короткие сроки.***

Устойчивость функционирования объектов непроизводственной сферы — это способность этих объектов выполнять свои функции в условиях ЧС в соответствии с предназначением.

На устойчивость функционирования объекта влияют следующие факторы:

- регион размещения, присущие данной местности опасные стихийные бедствия;
- метеорологические особенности региона;
- социально-экономическая ситуация;
- условия размещения объекта, рельеф местности, характер застройки, насыщенность транспортными коммуникациями, наличие потенциально опасных предприятий радиационного, химического, биологического и взрывоопасного характера;
- внутренние условия: численность работающих, уровень их компетентности и дисциплины; размеры и характер объекта, выпускаемая продукция; характеристика зданий и сооружений; особенности производства, применяемых технологий и материальных веществ; потребность в основных видах энергоносителей и воде, наличие своих ТЭЦ (котельных); количество и суммарная мощность трансформаторов, газораспределительных станций (пунктов); система канализации.

На основе анализа всех факторов, влияющих на устойчивость функционирования, делается вывод о возможности возникновения ЧС и ее влиянии на жизнедеятельность объекта. Такой всесторонний анализ положен

в основу составляемой всеми субъектами экономики «Декларации безопасности». Устойчивость закладывается еще на стадии проектирования здания, сооружения, промышленной установки, технологической линии. Иногда под устойчивостью объекта экономики понимают способность его зданий и сооружений, всего инженерно-технического комплекса противостоять воздействию различных неблагоприятных факторов.

Главная цель исследований заключается в выявлении слабых мест во всех системах и звеньях, выработке на данной основе комплекса организационных, инженерно-технических, специальных и других мероприятий по их устранению, повышению устойчивости функционирования объекта экономики и подготовке его к работе в ЧС. Эту работу организует и осуществляет руководитель предприятия, и проводится она в три этапа.

На первом этапе осуществляются мероприятия, направленные на организацию исследований. На втором этапе проводится непосредственная работа по оценке устойчивости отдельных элементов и систем, а также объекта в целом. На третьем этапе результаты исследований обобщаются. Составляется отчетный доклад, разрабатываются и планируются организационные и специальные мероприятия по повышению устойчивости работы объекта. Таким образом, повышение устойчивости функционирования территорий, объектов экономики и жизнеобеспечения остается одним из направлений деятельности государства, территориальных и отраслевых органов управления.

Основной задачей дисциплины является овладение студентов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

– обеспечения нормального функционирования объектов экономики в условиях разрушительного воздействия военного времени, природных стихий, производственных аварий и катастроф;

– проведения мероприятий по защите объектов экономики и населения в чрезвычайных ситуациях;

– анализа параметров опасных зон, масштабов и структур очагов поражения;

– прогнозирования и предупреждения воздействия поражающих факторов.

Классификации ЧС, основные термины и понятия

Чрезвычайные ситуации классифицируют: по природе возникновения (*природные, техногенные, экологические, антропогенные, социальные, комбинированные*); по масштабам распространения и последствиям (*локальные, объектовые, местные, региональные, национальные, глобальные*); по ведомственной принадлежности (*в промышленности, на транспорте, в строительстве, в жилищно-коммунальной сфере и т. д*.).

На сегодняшний день, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 года №304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» ЧС классифицируют в зависимости от:

– количества пострадавших людей;
– количества людей, у которых оказались нарушены условия жизнедеятельности;
– размера материального ущерба;
– границы зон распространения поражающих факторов ЧС.

Иногда приводят еще более детальные классификации: по скорости развития, о возможностях предотвращения и т.д. Поэтому существует несколько вариантов классификации ЧС. Однако для нормального восприятия последующего изложения материала требуется знакомство со специальными терминами и понятиями.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстоятельство, возникающее в результате природных стихийных бедствий, аварий и катастроф техногенного, экологического происхождения, военного, социального и политического характера, вызывающее резкое отклонение от нормы жизнедеятельности людей, экономики, социальной сферы или природной среды.

Антропогенная чрезвычайная ситуация – ЧС, являющаяся следствием ошибочных действий людей.

Биологическая чрезвычайная ситуация – ЧС, происходящая от живых существ и организмов.

Экологическая чрезвычайная ситуация – аномальное природное загрязнение природной среды.

Природная чрезвычайная ситуация – ЧС, связанная с проявлением стихийных сил природы.

Локальная чрезвычайная ситуация – ЧС, масштабы которой ограничиваются одной промышленной установкой, поточной линией, цехом, небольшим производством или какой-то отдельной системой предприятия. Для ликвидации локальной ЧС достаточно сил и средств, имеющихся на пострадавшем объекте.

Объектовая чрезвычайная ситуация – ЧС, последствия которой ограничиваются территорией завода, комбината, промышленно-производственного комплекса, учреждения, учебного заведения, но не выходят за рамки объекта. Для ликвидации такой ситуации достаточно средств самого предприятия.

Местная чрезвычайная ситуация – ЧС, масштабы которой ограничиваются поселком, городом, районом, отдельной областью. Для устранения последствий иногда требуется помощь подразделений ГО и МЧС.

Региональная чрезвычайная ситуация – ЧС, распространяющаяся в пределах нескольких областей, республик, т. е. крупный регион (Алтай, Камчатка, Урал). Ликвидацией последствий занимаются подразделения региональных МЧС, в некоторых случаях могут привлекаться силы МО, МВД.

Национальная чрезвычайная ситуация – ЧС, охватывающая несколько экономических районов, но не выходящая за пределы страны. Для устранения

последствий привлекаются все ресурсы государства, иногда требуется поддержка других стран.

Глобальная чрезвычайная ситуация – ЧС, последствия которой настолько велики, что они захватывают значительные территории, ряд республик, краев, областей и сопредельные страны. Ликвидацией последствий занимаются подразделения всех силовых структур страны, нередко в таких случаях требуется поддержка международного сообщества.

Социальная чрезвычайная ситуация – ЧС, происходящая в обществе.

Опасная ситуация – совокупность экстремальных и чрезвычайных ситуаций.

Экстремальная ситуация (ЭС) – воздействие на человека опасных и вредных факторов, приведших к несчастному случаю или чрезмерному отрицательному воздействию.

Катастрофы, аварии и стихийные бедствия

Катастрофа – событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей; непредвиденная и неожиданная ситуация, с которой пострадавшее население не может справиться самостоятельно.

Производственная катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы и значительный материальный ущерб.

Техническая катастрофа – внезапное, не предусмотренное освобождение механической, химической, термической, радиационной и иной энергии.

Транспортная катастрофа – крупная авария на транспорте, повлекшая за собой человеческие жертвы и значительный материальный ущерб.

Экологическая катастрофа – стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (катастрофа), которые привели к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания и, как правило, к массовому поражению флоры, фауны, почвы, воздушной среды и в целом природы. Последствием экологической катастрофы, как правило, является значительный экономический ущерб.

Авария – выход из строя, повреждение какого-либо механизма, машины, станка, установки, поточной линии, системы энергоснабжения, оборудования, транспортного средства, здания или сооружения.

Стихийное бедствие – опасное явление или процесс геофизического, геологического, гидрогеологического, атмосферного и другого происхождения такого масштаба, который вызывает катастрофическую ситуацию, характеризующуюся внезапным нарушением жизнедеятельности людей, природной среды, разрушением и уничтожением материальных ценностей.

Воздействие на окружающую среду

Загрязнение антропогенное – загрязнение, возникающее в результате деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на интенсивность природного загрязнения.

Загрязнение химическое – изменение естественных, химических свойств окружающей среды, превышающее допустимые значения, или проникновение в среду веществ, нормально отсутствующих в ней.

Норма загрязнения – предельная концентрация вещества, поступающего или содержащего в среде, допускаемая нормативными актами.

Норма выброса – суммарное количество газообразных и (или) жидких отходов, разрешаемое предприятию для сброса в окружающую среду. Норма выброса определяется из расчета, что кумуляция вредных выбросов от всех предприятий данного региона не создает в нем концентрации загрязнителей, превышающих предельно допустимые концентрации.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – объем (количество) загрязняемого вещества за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в окружающей природной среде или опасно для здоровья человека.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – норматив, количество вредных веществ в окружающей среде при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени, практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у потомства.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – нормативная масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

Физические загрязнение – загрязнение окружающей среды, проявляющиеся отклонениями от нормы ее температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств.

Ионизирующее излучение – поток частиц (электронов, позитронов, нейтронов) и квантов (рентгеновские, гамма-лучи) электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению его атомов и молекул.

Мощность источника воздействия на окружающую среду – соответствующее количество вещества или энергии, поступающее в окружающую среду от определенного источника (или изымаемое из окружающей среды) в единицу времени.

Предельно допустимые уровни физического воздействия на окружающую среду – уровни шума, вибрации, ионизирующих излучений, электромагнитных полей и т. п., которые не должны оказывать на человека

прямого или косвенного вредного влияния при неограниченно долгом воздействии.

Санитарно-гигиенические нормы – показатели санитарно-гигиенических условий и качества окружающей человека среды, соблюдение которых обеспечивает для него условия существования, благоприятные для жизни и безопасные для здоровья.

Мониторинг окружающей среды – специальное наблюдение с последующим анализом и оценкой окружающей природной среды для прогноза и предупреждение критических ситуаций, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Здоровье населения – основные свойства человеческой общности, ее естественное состояние, отражающие индивидуальные реакции каждого члена общества и способности всей общности эффективно осуществлять социальные и биологические функции. Понятие «здоровье человека» непосредственно не несет количественной меры. Ориентировочный вклад различных факторов в здоровье населения: образ жизни – 50-52 %, биология (генетика) человека – 20-22, окружающая среда – 18-22, здравоохранение – 7-12 %.

Экологический паспорт промышленного предприятия – нормативно-технический документ, включающий совокупность систематизированных данных по использованию ресурсов, готовой продукции и воздействию предприятия на окружающую среду. Экологический паспорт – один из основных документов, используемых в целях государственного экологического контроля.

По величине территории, на которой распространяется ЧС, и масштабу ущерба (включая число пострадавших) чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 на:

- ЧС *локального характера*, в результате которой территория, где сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее — зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее — количество пострадавших), составляет не более 10 человек, либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее — размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей;
- ЧС *муниципального характера*, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей;

- ЧС *межмуниципального характера*, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей;

- ЧС *регионального характера*, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

- ЧС *межрегионального характера*, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

- ЧС *федерального характера*, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн. рублей.

Природные катастрофы

За последние десятилетия от природных катастроф погибает в среднем за один год около 100 тысяч человек, причем это число постоянно возрастает. На один порядок больше составляет число пострадавших. Материальный ущерб при этом составляет сотни миллиардов долларов. Рост человеческих потерь от природных катастроф, которые оцениваются 6-7 % в год, стимулируется все возрастающей деятельностью людей, которая по своей интенсивности приближается к природным геологическим процессам. Иными словами, можно констатировать влияние технического прогресса как фактора интенсификации природных процессов в целом.

Согласно мнению академика В. И. Осипова: «На поверхности Земли и прилегающих к ней слоях атмосферы идет развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источниками энергии являются процессы реорганизации вещества, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей, а также гелиофизические воздействия. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и природной обстановки на ней». Обычные природные процессы, которые определяют эволюцию живого вещества Земли, как правило, нельзя относить к опасным. Только их

экстремальные проявления, ***потоки вещества и энергии в которых превышают допустимые для биосферы и техносферы нормы, следует называть опасными природными процессами.*** Следует отличать при этом опасные *процессы*, которые иллюстрируют развитие событий и проявляются на протяжении определенного отрезка времени, а также опасные *явления*, последовательная смена которых отражает процесс.

Опасным природным явлением называется ***событие природного происхождения или результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую природную среду*** (ГОСТ Р 22.0.03-95) . Все природные катастрофы, невзирая на их многочисленные различия, обладают некими общими признаками и закономерностями.

Системность: подчиненность всех процессов единым законам природы, которые, в свою очередь, объективно влияют на систему «человек – природа». Эти законы, как и опасные процессы, следует изучать и использовать, но их нельзя отменить. Системный подход к изучению сложных процессов – основа научных исследований.

Неизбежность: некая вероятность неотвратимости природных катастроф. Нередко такие события провоцируются неумелыми действиями человека, которые способны увеличивать частоту и интенсивность катастроф.

Приуроченность: стихийные бедствия происходят только в определенных геологических и природно-географических условиях.

Повторяемость: стихийные бедствия происходят с определенной периодичностью.

Частотность: существующая зависимость частоты стихийных бедствий и их интенсивности. Существует определенная закономерность, согласующаяся с теорией вероятности: чем сильнее стихийное бедствие, тем реже оно происходит. При этом размер катастроф и их частота проявления находятся, как правило, в геометрической прогрессии.

Предсказуемость: все стихийные бедствия имеют специфических предвестников, указывающих на его приближение, иными словами, любые стихийные бедствия можно предсказывать на основании многолетних научных наблюдений за природой.

Опасные природные процессы бывают эндогенными (вызванными внутренней энергией Земли) и экзогенными (протекающими преимущественно за счет энергии Солнца). Исключением являются только земные приливы и отливы, которые обусловлены гравитационным притяжением Луны. Эндогенные и экзогенные процессы нередко тесно взаимосвязаны, что осложняет составление классификации этих процессов. Например, опасные волны цунами развиваются на поверхности акваторий, однако их возникновение обусловлено глубинными литосферными процессами (землетрясениями). Опасные селевые потоки, оползни, снежные лавины обычно развиваются вследствие развития сложных

метеорологических процессов в горах, однако они неизбежно фиксируются на склонах покрытых ледниками вулканов, начинающих извержение. Подобных примеров, осложняющих составление классификаций, много. Причины природных катастроф и характер их развития изложен в курсе «Динамическая геология». Как отмечалось выше, классификации опасных природных процессов несколько различаются. Одна из них предусматривает следующие группы:

1. Сейсмические и геокриологические опасности:

- землетрясения;
- извержение вулканов;
- оползни;
- сели;
- обвалы и осыпи;
- снежные лавины;
- просадка (провалы) земной поверхности в результате карста;
- эрозия плодородного слоя почвы.

2. Гидрометеорологические опасности:

- бури, ураганы, тайфуны, смерчи и шквалы;
- цунами;
- крупный град;
- интенсивные осадки в виде дождя или снега;
- сильный гололед;
- засуха;
- наводнения.

3. Природные пожары:

- лесные пожары;
- пожары степных и хлебных массивов;
- торфяные пожары;
- подземные пожары горючих ископаемых.

4. Биологические опасности:

- эпидемии;
- пандемии;
- эпизоотии;
- панзоотии;
- эпифитотии;
- панфитотии;
- массовое распространение вредителей растений.

5. Космические опасности (астероиды, кометы, излучения, межпланетная гравитация).

Как уже отмечалось выше, наблюдается отчетливая тенденция роста человеческих и материальных потерь. В среднем за десятилетие в конце XX века количество катастроф в России удваивалось. Иногда говорят о том, что мы стоим на пороге взрывного роста катастроф. В определенной степени такое утверждение основано на объективных данных: после распада СССР

инфраструктура народного хозяйства длительное время оставалась без должного внимания и в некоторых отраслях пришла в негодность. Поэтому подготовка населения и спасательных служб к действиям при угрозе природных катастроф и во время их развития является одной из основных задач Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны (ГО), чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС).

Техногенные катастрофы

По понятным причинам количество техногенных катастроф угрожающе возрастает, что требует принятия превентивных мер для их предупреждения, прогноза и готовности принятия эффективных решений для их ликвидации. Нередко техногенные катастрофы являются следствием природных опасных явлений и развиваются как их продолжение. Перечень техногенных угроз исключительно широк. Однако наиболее опасные угрозы связаны с развитием атомной энергетики и химической промышленности. В несколько меньшей степени это относится к чрезвычайно распространенной в стране сети газо-, нефте-, аммиако- и продуктопроводов, а также гидротехническим сооружениям.

Радиационноопасные объекты

Атомная энергетика сегодня находится под особым контролем государственных структур, особенно после известного трагического взрыва на третьем блоке Чернобыльской АЭС (апрель 1986 г.) и недавней (март 2011 г.) катастрофы в Фукусиме (Япония), где в результате прорыва волны цунами была прервана система охлаждения трех блоков АЭС. И в первом, и во втором случаях люди имели дело с устаревшими ядерными реакторами, на которых при наличии высокообогащенного урана сохраняется возможность цепной реакции, а значит, массового радиоактивного заражения. На Фукусиме, где стоят опасные реакторы образца 60-х годов прошлого века, трагедии, подобной чернобыльской, удалось избежать. Здесь на трех реакторах была расплавлена активная зона, образовались трещины в бетонных стенах реакторов. Радиоактивное заражение территории произошло из-за взрыва образовавшихся от перегрева газов водорода. Однако и здесь последствия были чрезвычайно опасны, значительная территория выведена из хозяйственного оборота, тысячи людей получили значительные дозы облучения, 80 тысячам вынужденных переселенцев правительство выплатило денежные компенсации, общая сумма которых превысила 100 миллиардов долларов. Сегодня зона отчуждения здесь ограничена, как и вокруг Чернобыльской АЭС, окружностью радиусом 30 км.

Определенный оптимизм по отношению к атомной энергетике сегодня вызывают новые технологии, которые позволяют использовать в данной области энергетики слабообогащенное сырье, не способное в процессе его использования приводить к развитию цепных реакций и взрываться в принципе. Поэтому

постепенная замена устаревших блоков АЭС современными является актуальной задачей всех стран, использующих атомную энергетику.

На первый план, однако, сегодня выходят проблемы утилизации накопившихся отходов атомной энергетики, в некоторых регионах нашей страны сложилась весьма опасная ситуация. Из специальных накопителей такие отходы постепенно проникают в окружающую среду, выводя из хозяйственного оборота значительные территории. Эта проблема касается прежде всего Урала, районов базирования атомного флота, полигонов испытания атомного оружия. Кроме того, в последние десятилетия резко возросла опасность террористических актов.

Химически опасные объекты

Особого внимания среди техногенных катастроф требует химическая промышленность, которую рассмотрим более детально. Крупные аварии на химически опасных объектах (ХОО) являются одними из наиболее опасных технологических катастроф, которые могут привести к массовому отравлению и гибели людей и животных, значительному экономическому ущербу и тяжелым экологическим последствиям. Их причины в большинстве случаев, связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции ХОО, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов и реакторов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса.

В РФ около 4500 химических объектов, аварии на которых могут привести к массовым поражениям людей. Эти предприятия при своей работе создают немалые запасы ядов, например, на овощной базе запас аммиака может составлять до 150 тонн, а на водопроводной станции – от 100 до 400 тонн хлора.

Наибольшей химической опасности подвергается население Северо-Западного, Центрального, Уральского и Северокавказского регионов, где в зонах вероятного химического заражения проживает более трети населения РФ.

Химическое производство оказывает на окружающую среду три вида воздействия:

- загрязнение природной среды химическими веществами;
- истощение природных ресурсов;
- изменение природных и возникновение антропогенных (техногенных) ландшафтов.

Более детальное рассмотрение радиационно и химически опасных веществ приведено в разделе «Природные и техногенные ЧС».

Газо-, нефте-, аммиако- и продуктопроводы

На предприятиях нефтяной и газовой промышленности, геолого-разведочных организациях находится в эксплуатации более 200 тыс. км нефте- и газопроводов, 350 тыс. км промысловых трубопроводов, 800 компрессорных и нефтеперекачивающих станций. Основное развитие системы магистральных

трубопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов пришлось на 60-70-е годы. К 2000 году доля нефтепроводов возрастом более 70 лет составляет более 75 %, из них более половины эксплуатируется 30 лет.

При эксплуатации магистральных нефте-, газо-, продуктопроводов, компрессорных и нефтеперекачивающих станций, резервуарного парка за год фиксируется около 30-40 чрезвычайных ситуаций. В отдельных случаях это сопровождалось воспламенением утечек транспортируемого сырья. Основными причинами аварий и пожаров являются: подземная коррозия металла (20 %), брак строительно-монтажных работ (20 %), дефект труб и оборудования (15 %), механические повреждения (20 %).

На магистральных нефтепроводах наметилось снижение аварийности. На объектах добычи, транспортировки и переработки газа РАО «Газпром» зарегистрировано около 100 аварий, в том числе с человеческими жертвами. Общий ущерб составил около 2 млрд. рублей. За последние 10 лет частота аварий на магистральных газопроводах сократилась в 3 раза, потери газа в 6 раз, время ликвидации последствий аварий сократилось в 2 раза. На магистральных продуктопроводах аварийность снизилась на 50 %. По оценкам специалистов предел надежности работы газотранспортных систем при существующем техническом и научном уровне их эксплуатации уже преодолен.

Гидротехнические сооружения

На территории Российской Федерации эксплуатируется более 30 тысяч водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов, с объемом более 1 млн. $м^3$ – 2500 и 400 объектов соответственно. Имеется около 60 крупных водохранилищ, емкостью более 1 млрд. $м^3$. По данным на 2000 г., гидротехнические сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов находятся в аварийном состоянии (эксплуатируются без реконструкции более 50 лет), в том числе и эксплуатируемые РАО «ЕЭС России» и Минтрансом России.

Находясь, как правило, в черте или выше крупных населенных пунктов, они являются объектами повышенного риска, разрушение таких объектов с их плотинами может привести к катастрофическому затоплению обширных территорий, значительного количества городов и объектов экономики, населенных пунктов, массовой гибели людей, длительному прекращению судоходства, сельскохозяйственного и рыбопромыслового производства.

Беспокойство вызывает состояние гидротехнических сооружений, входящих в состав металлургических предприятий. На предприятиях черной металлургии Урала в предаварийном состоянии находятся гидротехнические сооружения Алапаевского, Лысьвенского и Саткинского водохранилищ, шламонакопители Челябинского электрометаллургического и Белорецкого металлургического комбинатов. В неудовлетворительном состоянии находятся гидротехнические сооружения 14 водохранилищ, в том числе на

Черноисточинском водохранилище Нижнетагильского меткомбината, Ново-Мариинском водохранилище Салдинского метзавода и ряде других.

При проведении приватизации и акционирования крупных промышленных предприятий часто не учитывалось наличие в их составе основных фондов водохранилищ, что привело к появлению около одной тысячи «бесхозных» потенциально опасных водоемов.

Исходя из зарегистрированного количества аварий на гидротехнических сооружениях (1 % от их общего количества), по прогнозным оценкам специалистов, на территории Российской Федерации в ближайшие годы может произойти 10-15 аварий с катастрофическими последствиями. Прорывы плотин в последние два года с человеческими жертвами и экологическими последствиями подтверждают эти выводы (Киселевское водохранилище в Свердловской области, Тирлянское в Башкортостане, многочисленные плотины прудов в Калмыкии, Ростовской и Волгоградской областях).

Кроме отмеченных выше отраслей экономики (атомной энергетики и химической промышленности), находящихся под постоянным вниманием МЧС, к особо опасным техногенным ЧС также относятся:

1. Транспортные катастрофы, включающие крушение пассажирских и товарных поездов, судов, авиационные катастрофы.
2. Пожары и взрывы в зданиях, на промышленных объектах, в метрополитенах, на объектах добычи, хранения и переработки горючих и взрывчатых веществ, в подземных выработках.
3. Аварии с выбросом биологически опасных веществ на предприятиях промышленности и научно-исследовательских учреждениях.
4. Аварии на электроэнергетических объектах: электростанциях, ЛЭП, трансформаторных подстанциях, контактных сетях.
5. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения с массовым выбросом загрязняющих веществ.
6. Аварии на гидротехнических сооружениях, крупных водохранилищах, накопителях отходов.
7. Гидродинамические аварии с прорывом плотин, дамб, шлюзов и последующие массовые затопления, смыв плодородных почв на обширных территориях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте современное определение устойчивости объектов экономики.
2. Назовите основные цели дисциплины.
3. Чем отличается авария от катастрофы?
4. Как делятся ЧС в зависимости от масштабов их проявления?
5. Что такое экологическая катастрофа?
6. Что такое мониторинг окружающей среды?
7. Назовите основные факторы, влияющие на здоровье человека.
8. Что такое опасное природное явление?

9. Назовите основные природные катастрофы.
Назовите основные техногенные катастрофы.

Глава 2

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ

2.1. Организационные формы объектов экономики

Объект экономики самостоятельно осуществляет свою деятельность, распоряжается выпускаемой продукцией, полученной прибылью, оставшейся в его распоряжении после уплаты налогов и других обязательных платежей.

Объект экономики осуществляет свою деятельность во всех сферах и отраслях экономики, может выполнять один либо несколько видов любой деятельности, предусмотренной его Уставом, если они не запрещены законодательством РФ и входящих в нее субъектов.

Конституцией России предусматривается функционирование следующих объектов экономики:

- государственных и муниципальных предприятий;
- коммерческих и некоммерческих организаций;
- совместных предприятий.

Государственные и муниципальные унитарные предприятия

Унитарным предприятием признается коммерческая организация, не наделенная правом собственности на закрепленным за ней имуществом. Имущество унитарного предприятия является неделимым и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе между работниками предприятия.

В форме унитарных предприятий могут быть созданы только государственные и муниципальные предприятия. Имущество государственного или муниципального унитарного предприятия находится соответственно в государственной или муниципальной собственности и принадлежит такому предприятию на праве хозяйственного ведения или оперативного управления.

Органом унитарного предприятия является руководитель, который назначается собственником либо уполномоченным собственником органом и им подотчетен.

Правовое положение государственных и муниципальных унитарных предприятий определяется Кодексом и Законом о государственных и муниципальных унитарных предприятиях.

Общество с ограниченной ответственностью

Основные положения об обществе с ограниченной ответственностью:

• ООО признается учрежденное одним или несколькими лицами общество, уставный капитал которого разделен на доли определенных учредительными документами размеров.

Фирменное наименование ООО должно содержать наименование общества и слова «с ограниченной ответственностью».

Правовое положение ООО, права и обязанности его участников определяются Кодексом и Законом об ООО.

Число участников ООО не должно превышать предела, установленного законом об ООО.

Общество с дополнительной ответственностью

Основные положения об обществах с дополнительной ответственностью:

• обществом с дополнительной ответственностью признается учрежденное одним или несколькими лицами общество, уставный капитал которого разделен на доли определенных учредительными документами размеров;

• участники такого общества солидарно несут ответственность по его обязательствам своим имуществом, в одинаковом для всех кратном размере к стоимости их вкладов, определяемом учредительными документами общества. При банкротстве одного из участников его ответственность по обязательствам распределяется между остальными участниками пропорционально их вкладам, иной порядок распределения ответственности не предусмотрен настоящей статьей.

Акционерное общество

Основные положения об акционерном обществе:

• акционерным обществом признается общество, уставный капитал которого разделен на определенное число акций;

• участники акционерного общества (акционеры) не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью общества, в пределах стоимости принадлежащих им акций.

Фирменное значение АО должно содержать его наименование и указание на то, что общество является акционерным. Правовое положение АО (и права) и обязанности акционеров определяются в соответствии с Кодексом и Законом об АО. Особенности правового положения АО, созданного путем приватизации государственных и муниципальных предприятий, определяются также законами и иными правовыми актами о приватизации этих предприятий.

АО, участники которого могут отчуждать принадлежащие им акции без согласия других акционеров, признается открытым АО. Такое АО вправе проводить открытые подписки на выпускаемые им акции и их свободную

продажу на условиях, устанавливаемых законом или иными правовыми актами.

Открытое АО обязано ежегодно опубликовать для всеобщего сведения годовой отчет, бухгалтерский баланс, счет прибылей и убытков. АО, акции которого распределяются только среди его учредителей или иного заранее определенного круга лиц, признается закрытым АО. Такое общество не вправе проводить открытую подписку на выпускаемые им акции либо иным образом предлагать их для приобретения неограниченному кругу лиц.

Акционеры закрытого АО имеют преимущественное право приобретения акций, продаваемых другими акционерами этого общества.

Производственные кооперативы

Производственным кооперативом (артелью) признается добровольное объединение граждан на основе членства для совместной производственной или иной хозяйственной деятельности (производство, переработка, сбыт промышленной, сельскохозяйственной и иной продукции, выполнение работ, торговля, бытовое обслуживание, оказание других услуг).

Члены потребительского кооператива солидарно могут субсидировать ответственность по его обязательствам в пределах невнесенной части дополнительного взноса каждого из членов кооператива.

Правовое положение потребительских кооперативов, а также права и обязанности их членов определяются в соответствии с Кодексом законами о потребительских кооперативах.

Общественные и религиозные организации (объединения)

Общественными и религиозными организациями (объединениями) признаются добровольные объединения граждан, в установленном законом порядке объединившиеся на основе общности их интересов для удовлетворения духовных или иных нематериальных потребностей. Общественные и религиозные организации являются некоммерческими организациями. Они вправе осуществлять предпринимательскую деятельность и соответствующую этим целям. Особенности правового положения общественных и религиозных организаций как участников отношений, регулируемых Кодексом, определяются законом.

Совместные предприятия

Предприятия могут объединяться в союзы, ассоциации, концерны, межотраслевые, региональные и другие объединения, создаваемые на договорной основе в целях расширения возможностей предприятий в производственном, научно-техническом и социальном развитии. Предприятия, входящие в состав объединения, сохраняют свою

самостоятельность и права юридического лица. Руководящие органы объединения не обладают распорядительной властью в отношении предприятий, входящих в объединение, и выполняют свои функции на основании договоров с предприятиями.

Предприятия могут учреждать представительства, филиалы, отделения и другие обособленные подразделения с правом открытия текущих и расчетных счетов. Кроме того, предприятия могут создаваться на основе аренды и выкупа имущества трудовым коллективом.

2.2. Классификация объектов экономики

В единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций предприятия как объекты экономики классифицируются по основным показателям, имеющим определяющее значение в вопросах техногенной безопасности населения и территорий, а также взаимодействия территориальных органов управления и органов госнадзора по обеспечению промышленной безопасности.

При решении задач обеспечения безопасности в техносфере наиболее важными критериями оценки и классификации объектов являются:

- форма собственности предприятия;
- техническая сложность объекта экономики;
- виды опасности, которые исходят с территории объекта;
- этапы эксплуатации объекта;
- важность объекта в экономике государства либо субъекта РФ;
- порядок функционирования в чрезвычайных ситуациях (условиях);
- критерии в соответствии с Нормами международного гуманитарного права;
- ведомственная принадлежность.

Формы собственности предприятий были рассмотрены выше. Остается лишь отметить, что в зависимости от формы собственности в сочетании с рентабельностью определяется успех работы по обеспечению безопасности и безаварийности производства, активность и инициативность персонала в рассматриваемой области.

Из огромного перечня промышленных предприятий, а также учреждений и организаций в интересах обеспечения пристального контроля и надзора выделяется особая группа объектов. Состав этой группы определен Минстроем РФ как технически особо сложный объект.

В состав этой группы объектов входят:

- ядерно- и (или) радиационноопасные объекты (атомные станции, исследовательские реакторы, предприятия топливного цикла, объекты временного и долговременного хранения ядерного топлива и радиоактивных отходов);
- гидротехнические сооружения 1-го и 2-го классов;
- объекты обустройства нефтяных месторождений на шельфах морей;

• магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы с давлением более 6 МПа;

• крупные склады для нефти и нефтепродуктов (свыше 20 тыс. тонн) и изотермические хранилища сниженных газов;

• объекты, связанные с производством, получением или переработкой жидкофазных и твердых продуктов, обладающих взрывчатыми свойствами и склонных к спонтанному разложению;

• предприятия по подземной и открытой (глубина разработки свыше 150 м) добыче и переработке (обогащению) твердых полезных ископаемых;

• тепловые электростанции мощностью свыше 600 МВт;

• морские порты, аэропорты с длиной взлетно-посадочной полосы 1800 м и более, мосты и тоннели длиной более 500 м, метрополитены;

• крупные промышленные объекты с численностью занятых более 10 тысяч человек.

В проектах строительства этих объектов в проектной документации обязательно рассматриваются инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Вопросы обеспечения безопасности потенциально опасных и технически особо сложных объектов подлежат государственной экспертизе уже на этапе проектирования предприятий.

Одним из важнейших признаков является опасность объекта (учреждения, организации). Органами, специально уполномоченными в области промышленной безопасности населения и территорий, используются несколько основных категорий:

• потенциально опасный объект;

• опасный производственный объект.

В соответствии с ГОСТ Р. 22.0.02-94 потенциально опасным (ПОО) называется объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, взрыво-, пожарные, опасные химические и биологические вещества (материалы), создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС, либо применяют опасные технологические процессы.

Кроме того, в соответствии с Законом Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1997 г.), к категории опасных производственных объектов относятся те, на которых:

• получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы, окисляющие вещества, горючие вещества, взрывчатые вещества, токсичные вещества, высокотоксичные вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды в количествах, превышающих нормы, установленные законом;

• используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 ºС;

• используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

• получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на их основе;

• ведутся горные выработки по обогащению полезных ископаемых и работы в подземных условиях.

Обобщая, можно отметить основные потенциально опасные объекты:

• радиационноопасные объекты (промышленные предприятия);

• ядерноопасные объекты;

• химически опасные объекты;

• взрыво-, пожароопасные промышленные предприятия;

• биологически опасные предприятия (объекты);

• транспортные предприятия;

• объекты – источники электромагнитных излучений;

• объекты полигенной опасности.

К категории радиационноопасных объектов относятся те, на которых используют, хранят, перерабатывают или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии или разрушении которых может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов экономики, а также окружающей природной среды.

Отнесение к радиационноопасным и ядерноопасным объектам производится компетентными органами в соответствии с законодательством Российской Федерации. В частности, Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 марта 1995 года № 238 утвержден перечень особо радиационноопасных и ядерноопасных производств и объектов. В этом перечне более ста организаций. Безопасность таких объектов контролирует и обеспечивает Госатомнадзор, Минатом, Госмоэкология, МАГАТЭ, органы исполнительной власти административно-территориальных образований.

К химически опасным относятся объекты, на которых хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на которых может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды. На территории Российской Федерации таких объектов насчитается более трех с половиной тысяч.

Взрыво- и пожароопасным является объект, на котором производят, используют, а также перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняющиеся и взрыво-, пожароопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения чрезвычайной техногенной ситуации. Состав гидротехнических сооружений, представляющих опасность для населения, определен Законом Российской Федерации «О безопасности гидротехнических сооружений» от 23 июня 1997 г.

Классификация объектов экономики по видам опасности приведена на рисунке.



Рис.2. 1. Классификация объектов экономики по видам опасности

Биологически опасные объекты – объекты, на которых возможна авария, сопровождающаяся распространением опасных биологических веществ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, сельскохозяйственных животных и растений, приводящих к ущербу окружающей природной среды.

Особое место в классификации потенциально опасных объектов занимают объекты полигенной опасности, т. е. объекты, обладающие различными источниками опасности и характеризующиеся более чем одним видом опасности. Объекты полигенной опасности, одной из характеристик которых является взрыво-, пожароопасность, склонны к реализации в чрезвычайных ситуациях эффекта «домино» и представляются как один из наиболее опасных и сложных с точки зрения локализации аварии и проведения спасательных работ.

По результатам прогнозирования ЧС техногенного характера потенциально опасные объекты категорируются следующим образом:

• потенциально опасные объекты федерального значения – если на них определена возможность возникновения федеральных и (или) трансграничных ЧС с частотой (вероятностью), выше установленной Министерством по делам ГО ЧС;

• потенциально опасные объекты регионального значения – если на них определена возможность возникновения региональных ЧС с частотой (вероятностью), выше установленной Министерством по делам ГО ЧС;

• потенциально опасные объекты местного значения – если на них определена возможность возникновения местных и территориальных ЧС с частотой (вероятностью), выше установленной Министерством по делам ГО ЧС.

Отнесение потенциально опасных объектов к той или иной категории в зависимости от возможных на них ЧС производится на основе вероятностной оценки органами управления по делам ГО и ЧС субъектов Российской Федерации. Сведения о категорировании представляются в МЧС России.

Вероятность возникновения ЧС на объекте экономики, как показывает практика, зависит от этапа его функционирования, так как параметры, характеризующие его опасность по отношению, прежде всего, к населению, могут изменяться, а также могут изменяться виды опасностей и их количество. Каждый из этапов существования промышленного предприятия характеризуется, как это было отмечено выше, своим выбором присущих предприятию опасностей и, соответственно, мероприятий органов управления РСЧС по предупреждению ЧС. В связи с этим практически оправданна классификация промышленных предприятий по этапам их существования:

• проектируемые промышленные объекты;
• строящиеся объекты;
• вводимые в эксплуатацию и производящие пусконаладочные работы;
• нормально функционирующие предприятия;
• реконструируемые и расширяющиеся предприятия;
• технически перевооружаемые;
• перепрофилируемые;
• законсервированные объекты;
• промышленные объекты, выводимые из эксплуатации;
• аварийные объекты на любом этапе их функционирования.

Даже без предварительной оценки понятно, что на каждом этапе работы объекта вероятность возникновения аварийной ситуации (ЧС в том числе) будет различна. Соответственно этой величине должна быть определена степень внимания к объекту органов, уполномоченных в области безопасности.

В системе Гражданской обороны РФ в интересах обеспечения устойчивого функционирования объектов экономики в чрезвычайных условиях (под термином «чрезвычайные условия» здесь и далее понимаются условия военного времени) промышленные предприятия как объекты ГО в зависимости от важности их в обеспечении устойчивости экономики государства в целом подразделяются на:

- объекты особой важности;
- объекты первой категории;
- объекты второй категории;
- некатегорированные объекты.

Категория объекта зависит от вида выпускаемой продукции, ее объема, от численности работающего персонала и важности этой продукции в сфере обеспечения безопасности государства (объема выпускаемой продукции, работ, услуг). Порядок отнесения организаций к категориям по Гражданской обороне утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации в 1998 г.

Как правило, категорированные объекты имеют особые обязательства перед государством по выпуску важнейших для экономики страны видов продукции и выполнению услуг либо работ. В зависимости от организации функционирования в чрезвычайных условиях объекты разделяются на:

- прекращающие свою деятельность на определенной территории, подверженной воздействию опасных факторов в чрезвычайных условиях либо ситуациях;
- переносящие свою деятельность на территорию вне опасных зон;
- продолжающие работу в опасных зонах;
- объекты-дублеры.

Перечень объектов, продолжающий работу в чрезвычайных условиях, определяется Правительством РФ, органами управления министерств и ведомств. Уточняя особенности функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях, территориальные органы исполнительной власти тем самым определяют перечень производств и объектов, устойчивость деятельности которых в зоне ЧС необходимо обеспечить. Очевидно, что нет смысла тратить силы и средства на объекты, деятельность которых можно прекратить уже при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации либо в чрезвычайных условиях. В зависимости от рассматриваемого периода (мирное время, военное время) перечень таких объектов может быть различным.

В системах РСЧС и ГО особое место занимают предприятия (объекты) жизнеобеспечения, устойчивость функционирования которых важна как в

чрезвычайных условиях (ЧУ), так и в чрезвычайных ситуациях (ЧС). К ним относятся:

- объекты (предприятия) топливно-энергетического комплекса;
- учреждения управления;
- предприятия (объекты) связи;
- объекты здравоохранения;
- объекты (предприятия) транспорта;
- предприятия пищевой промышленности;
- предприятия коммунального хозяйства и бытового обслуживания;
- строительные организации и предприятия по производству строительных материалов;
- производители средств спасения;
- ремонтные предприятия;
- предприятия и учреждения средств массовой информации;
- другие предприятия, деятельность которых важна в ЧС.

Состав объектов жизнеобеспечения для каждой конкретной территории определяется комиссией по чрезвычайным ситуациям. Проект перечня таких объектов готовит отдел, управление (главное управление) по делам ГОЧС и после утверждения списка контролирует выполнение мероприятий по подготовке к устойчивому функционированию в чрезвычайных ситуациях, определенных перечнем объектов. Одновременно территориальные органы управления РСЧС в составе предприятий жизнеобеспечения должны обратить внимание на объекты, безаварийная остановка которых сама по себе может привести к чрезвычайной ситуации на подконтрольной территории. Примером может служить остановка работы теплоцентрали в холодное время года. Если говорить обобщенно, то к рассматриваемому списку таких объектов относятся:

- объекты топливно-энергетического комплекса;
- объекты транспорта;
- объекты водоснабжения;
- объекты здравоохранения и другие.

Классифицируя объекты экономики, нельзя обойти вниманием классификацию объектов, определенную Нормами международного гуманитарного права. В частности, ими определены такие понятия, как «военный объект», «гражданский объект». Отнесение рассматриваемого объекта к той или иной категории одновременно предопределяет понимание опасностей, которым он может быть подвергнут в военное время. Соответственно, и мероприятия по защите этих объектов будут различными. Женевская конференция «О защите гражданского населения во время войны» дает понятие военного объекта: *«Военные объекты ограничиваются теми объектами, которые в силу своего характера, расположения, назначения и использования вносят эффективный вклад в военные действия, а полное или частичное разрушение, захват или нейтрализация которых дает явное военное преимущество»*. Гражданскими объектами являются все те, которые

не являются военными. Таким образом, в соответствии с Женевскими конференциями 1949 года все объекты военно-промышленного комплекса, топливно-энергетического комплекса, металлургии являются военными, т. е. объектами поражения противника. В свою очередь, гражданские объекты находятся под защитой Международного гуманитарного права и не должны являться объектом нападения в военное время.

Рассматривая в целом всю экономику страны, можно классифицировать промышленные предприятия как объекты различной ведомственной принадлежности, например:

- объекты местной обороны, имеющие подчинение МО РФ;
- объекты МВД РФ;
- объекты ФСБ;
- объекты ФАПСИ;
- объекты МПС и другие предприятия, сохранившие вертикальную ведомственную систему управления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются закрытые акционерные общества от открытых?
2. В чем состоит специфика обществ с ограниченной ответственностью?
3. Чем отличаются муниципальные предприятия от государственных?
4. Назовите принципы классификации объектов экономики.
5. Что такое объект полигенной опасности?
6. Что такое объект особой важности?
7. Какие объекты относят к топливно-энергетическому комплексу?
8. Назовите основные объекты транспорта?
9. Назовите основные объекты металлургии Урала.
10. Назовите основные объекты горной промышленности.
11. Что такое реконструкция предприятий?
12. Что такое перепрофилирование предприятий?
13. Какие объекты контролирует организация МАГАТЭ?

Глава 3

УЯЗВИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ

3.1. Топливно-энергетический комплекс

Электроэнергетике страны принадлежит важная роль в устойчивом функционировании всего народнохозяйственного комплекса страны. От ее надежной работы зависит деятельность любого звена экономики. Экономика страны опирается на мощную энергетическую базу, объединенную в единую энергосистему России. (В данную энергетическую систему не входит только энергосистема Дальнего Востока.)

Непременным условием устойчивости электроэнергетики является рациональное сочетание тепловых, гидроэлектростанций и атомных станций. Сейчас основой электроэнергетики России являются тепловые электростанции, на долю которых приходится более 60 % установленной мощности и производство электроэнергии.

В нашей стране постоянно уделялось внимание развитию электроэнергетики. Большой опыт работы накоплен по повышению устойчивости работы объектов электроэнергетики, в т. ч. и в рамках гражданской обороны, например:

• создание резервов энергетических мощностей;

• замена воздушных ЛЭП кабельными;

• увеличение парка передвижных электростанций;

• строительство устройств для приема электроэнергии от судовых электроустановок;

• создание нормативных резервов топлива по углю и мазуту.

Главная задача объектов электроэнергетики – повышение устойчивости электро- и теплоснабжения потребителей. Решается это по многим направлениям, а именно:

• увеличение энергетического потенциала на основе технически прогрессивного оборудования;

• перевооружение электростанций (замена устаревшего оборудования современным);

• совершенствование ремонтного оборудования и повышение уровня эксплуатационного оборудования (неравномерность суточной нагрузки и др.);

• целенаправленная работа по снижению потерь в сетях при передаче энергии (теряется 8-9 %);

• сокращение расхода электроэнергии на собственные нужды электростанций;

• комбинированное производство электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях;

• использование вторичных энергоресурсов;

• создание внедрение в энергоемких отраслях промышленности комбинированных технологических процессов.

Нефтяная промышленность

Нефтяная промышленность входит составной частью в топливно-энергетический комплекс страны. Ее основной задачей является обеспечение экономики нефтью и продуктами его переработки. При этом нефтяная промышленность осуществляет:

• поиск месторождений нефти;
• добычу и подготовку нефти;
• транспортировку ее по магистральным нефтепроводам к потребителям;
• переработку нефти и нефтяного газа.

Отсюда весьма разнообразный профиль предприятий отрасли:

• нефтеперерабатывающие объединения;
• газоперерабатывающие заводы;
• магистральные нефтепроводы;
• заводы ремонтно-механические и специальных материалов;
• предприятия материально-технического снабжения и транспорта;
• научно-исследовательские и проектные учреждения.

Основные опасности отрасли связаны с процессами бурения скважин и их эксплуатацией: обрывы колонны труб, обводнения приустьевых пространств, разливы нефти, пожары. Проводимая в настоящее время модернизация нефтяной отрасли позволяет успешно устранять отмеченные недостатки. Значительные приросты объема добываемой нефти приносит внедряемая методика гидроразрыва пласта, позволяющая активизировать приток нефти на закрытых скважинах. Существенному прогрессу в отрасли способствовало решение Правительства РФ о необходимости использования попутного газа, который стал широко использоваться химической промышленностью.

Наблюдается возрастание количество аварий на магистральных нефте- и газопроводах, которое в значительной степени обусловлено низким качеством труб, выпущенных в конце прошлого века и выработавших срок эксплуатации. Следует отметить также, что современные трубы, изготовленные с применением новых технологий, существенно повышают безопасность.

Для нефте- и газоперерабатывающих предприятий наиболее опасными являются пожары, которые чаще всего возникают по вине обслуживающего персонала, нарушающего технику безопасности. О масштабах возникающих пожаров можно судить исходя из объемов нефтепродуктов (сотни тысяч тонн), хранящихся на таких предприятиях. Реже пожары возникают от ударов молний, примером может служить пожар в пос. Конда (Западная Сибирь).

Газовая промышленность

Газовая промышленность – одно из ведущих звеньев ТЭК, ее доля составляет более 30 % и постоянно увеличивается. В стране создана крупнейшая газотранспортная система (протяженность более 100 тыс. км), газоснабжения страны с автоматизированной системой управления. Потребителям подается в сутки около 1 млрд. $м^3$ газа. Отрасль характеризуется функционированием взаимосвязанных элементов, т.е. добычей, хранением, транспортировкой, переработкой газа.

От устойчивости функционирования составляющих частей газовой промышленности будет в целом зависеть устойчивость функционирования отрасли в целом. Особенностями отрасли, влияющими на ее устойчивость, являются:

• неравномерность добычи и потребления газа по регионам страны (потребление в основном в европейской части, а добыча в Западной Сибири);

• возросшие масштабы добычи газа сложного состава, что вызвало необходимость строительства мощных газоперерабатывающих заводов (Оренбургский, Тобольский и др.);

• увеличение экспортных поставок в европейскую часть и на Урал, что повлекло интенсивное развитие транспорта и подземного хранения газа.

Результаты исследований и опыт работы предприятий отрасли показали, что наиболее уязвимы газодобывающие объекты, предприятия по переработке газа, содержащего сероводород, и хранилища, находящиеся вблизи крупных городов и объектов. Здесь высокая вероятность возникновения пожаров даже при слабых разрушениях, возможен сопровождающийся взрывом почти мгновенный охват огнем всего основного производства.

Трубопроводный транспорт

Трубопроводный транспорт получил быстрое развитие в 60-70-е годы в связи с открытием нефтяных и газовых месторождений в Западной Сибири. В настоящее время на предприятиях нефтяной, газовой промышленности, в геологоразведочных организациях находятся в эксплуатации более 200 тыс. км магистральных нефтепроводов, более 350 тыс. км промысловых трубопроводов, около 1000 компрессорных и нефтеперерабатывающих станций.

На конец XX века 30 % нефтепроводов России составляли трубопроводы возрастного интервала 30 лет и 30 % – более 40 лет. Таким образом, существующая сеть нефтепроводов к настоящему времени практически полностью выработала свой ресурс – ее износ приближается к 100 %.

Отметим, что при эксплуатации магистральных нефте-, газо-, продуктопроводов компрессорных и нефтеперерабатывающих станций ежегодно происходит несколько десятков ЧС. Основные причины аварий и пожаров были отмечены ранее.

Следует отметить, что в настоящее время в связи с внедрением современных технологий качество труб улучшается. Однако некоторые

аварии были заложены еще в проектах. Например, продуктопровод Западная Сибирь – Урал – Поволжье был построен из труб, которые становились хрупкими уже при температуре ноль градусов (а там перекачиваются сжиженные бутан, пропан и др. газы). Малейшая трещина в трубе – начинается испарение, за счет дроссель эффекта происходит охлаждение и мгновенное увеличивающийся в объеме сжиженный газ без труда разрывает хрупкую, как стекло, сталь. Отмечена также неудовлетворительная изоляция наших трубопроводов: наматывается полимерная пленка толщиной 0,7-1 мм, а если толщина пленки становится менее 0,6 мм, то она уже не выполняет свои защитные свойства и не предохраняет от почвенной коррозии. В мировой практике уже используется напыление полимерного слоя толщиной 2-3 мм. В условиях вечной мерзлоты трубопроводы часто меняют свое пространственное положение. Нередко случается, что при аварии (особенно в Сибири) ищут трубу, а ее нет на месте; оказывается, она ушла в глубину на несколько метров или в сторону на несколько десятков метров (может выйти и на поверхность).

Уже сегодня аэрокосмическая техника позволяет осуществлять контроль трубопроводов с помощью лазерных локаторов, установленных на борту спутников и самолетов. За рубежом на техническую диагностику, периодическое обследование уходит не менее 10-15 % общей стоимости трубопроводов. У нас пока не более 1 %.

В США, Канаде есть опыт надежной работы трубопроводов:

• ежедневные облеты вертолетом трассы с забором проб воздуха на загазованность;

• использование приборов, которые способны плыть в трубе вместе с продуктом и снимать 6 показателей, в том числе коррозийность. Такой прибор обследует за сутки 100 км нефтепроводов и до1000 км газопроводов.

Анализ показывает, что существующая сеть трубопроводов к настоящему времени выработала свой ресурс и без принятия мер по ее восстановлению в ближайшее время можно будет столкнуться с резким скачком аварийности в этой отрасли экономики. Поэтому важное значение приобретает выполнение требований по повышению устойчивости трубопроводного транспорта.

Угольная промышленность

Уголь – наиболее распространенный вид топлива, обеспечивающий развитие энергетики в течение долгого времени. Россия занимает третье место в мире по добыче угля после Китая и США и первое место по разведанным запасам. В топливно-энергетическом балансе страны доля угля постепенно снижается: от 65 % в 50-е годы прошлого века до 10-12 % сегодня. Этот процесс связан с постепенным вытеснением угля нефтегазовым сырьем. Основные запасы угля сосредоточены на востоке нашей страны в бассейнах:

Ленский (более 1500 млрд. т), Тунгусский (2300 млрд. т), Кузнецкий (около 700 млрд. т), Канско-Ачинский (более 600 млрд. т).

Неблагоприятное положение с обеспечением технической безопасности сложилось на предприятиях угольной промышленности, особенно на подземных работах. Одна из главных причин снижения уровня безопасности – постоянное ухудшение горно-геологических условий отработки угольных пластов. Средняя глубина шахт в отрасли достигла 450 м, а на ряде шахт Восточного Донбасса, Кизеловского бассейна и Приморья – 800-1000 м. 158 шахт отнесены к опасным по метану и взрывчатости угольной пыли, каждая вторая шахта опасна по самовозгораемости. Около 25 % промышленных запасов сосредоточены в пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа, а объем ежегодной добычи из этих пластов составляет около 20 млн. т. Другая причина – ухудшение шахтного фонда. В отрасли только 8 % шахт – относительно новые, со сроком службы менее 25 лет.

Длительное время не проводилась реконструкция более сотни шахт, около ста из них, с крайне низкими технико-экономическими показателями не имеют перспективы дальнейшего развития. И только 36 шахт могут быть сопоставимыми по своим показателям с зарубежными предприятиями.

К причинам, обусловливающим увеличением ЧС на предприятиях отрасли, следует отнести:

- отсутствие законодательных актов, регламентирующих ответственность за безопасность горных работ;
- ухудшение состояния шахтного и карьерного фондов;
- применение отсталых, потенциально опасных технологий при ведении горных работ;
- усложнение горно-геологических условий, не удобных с точки зрения безопасности;
- сокращение и ликвидацию служб охраны труда на отдельных предприятиях.

В настоящее время свыше 85 % угля добывается на опасных по газу шахтах.

3.2. Горнодобывающая промышленность

Горнодобывающая промышленность представляет собой комплекс отраслей по добыче полезных ископаемых. В состав горнодобывающей промышленности входят топливная, горнохимическая, горнорудная отрасли, добыча минерального сырья и других видов неметаллического сырья. Разработка этих полезных ископаемых ведется открытым или подземным способом. При ***открытой разработке*** месторождений полезных ископаемых предусматривается добыча, когда выемка руд осуществляется в поверхностных горных выработках, на земной поверхности. Наиболее часто такая выемка проводится карьерами, иногда канавами и траншеями. Самыми глубокими карьерами сегодня являются горные выработки по добыче алмазов

в РФ, Африке. Их глубина достигает нескольких сотен метров, а в поперечнике – первые километры.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых проводится, главным образом, для извлечения твердых продуктов и предусматривает вскрытие рудных тел и их последующее извлечение шахтами. Главным сооружениями для подземной отработки руд являются шахты, вертикальные (редко наклонные) стволы которых сегодня проходятся до глубин 3-4 км. Они включают в себя не только подземную часть сооружения – шахтный ствол, но и наземные постройки. От подобных им небольших горных выработок – шурфов – шахты отличаются большими поперечными сечениями (2х3 м и 3х4 м), а также большими глубинами.

Жидкие и газообразные продукты, включая углеродсодержащие, извлекают скважинами, которые также относятся к отрасли подземных разработок. Одной из наиболее прогрессивных разновидностей скважинной подземной отработки полезных ископаемых выступает кислотное выщелачивание, позволяющее получать особо опасные для окружающей среды продукты в виде нередко обезвреженных жидких смесей непосредственно из скважин. Путем подземного избирательного химического разложения добываются руды меди, урана, серы.

Интенсификация горных и добычных работ в некоторых горнорудных регионах РФ (в том числе на Урале) обостряет экологические проблемы. Достаточно упомянуть, например, что для сжигания добываемого из недр топлива требуется более 10 млрд. т воздуха, что намного превышает ежегодную потребность в нем всего населения страны. В настоящее время удвоение количества сжигаемых углеводородов на нашей планете происходит всего через 8 лет. Эти и другие экологические проблемы становятся глобальными проблемами всего человечества, они не могут быть локализованы в рамках одного государства. Сжигание, например, кислорода только автомобилями уже не компенсируется природными процессами. Саморегулирующий природный механизм исчерпывает себя, деятельность человека стала приравниваться к ведущим природным процессам, которые способны привести к необратимым изменениям на нашей планете. Поэтому еще в 1997 году ведущие ученые промышленно развитых стран мира подписали в Японии Киотскую конвенцию (Киотский протокол), которая призвана ограничить объем сжигаемых углеводородов на планете.

Экологическую опасность в горном деле представляют следующие виды работ:

- – проходка горных выработок и их эксплуатация;
- – транспортировка горной массы различными видами транспорта;
- – переработка и обогащение полезных ископаемых;
- – складирование и утилизация полезных ископаемых;
- – выброс в атмосферу вредных газовых и пылевидных продуктов;
- – рекультивационные, дренажные и водоотливные работы.

Для надежного управления природопользованием требуется:

• – мониторинг внешней среды, включая воздушную, водную и земную;
• – разработка методов инженерной защиты.

В настоящее время основную тревогу для человечества вызывает состояние атмосферы Земли, которая быстро меняется под влиянием техногенных процессов. Это грозит не только глобальной катастрофой в будущем, но и значительными потерями в настоящем. Уже сегодня общие потери от загрязнения атмосферы в развитых странах достигают 5-10 % от валового национального продукта. Главными загрязнителями воздушной среды в мегаполисах являются выбросы автотранспорта, вклад которых составляет более 90 %.

В процессе работы горных предприятий в воздух выбрасываются твердые и газообразные продукты. Снижение уровня пылевыделения обеспечивают мероприятия, которые способны:

– снижать уровень пылевыделения при производственных работах;

– очищать воздух в процессе его выброса за пределы производственных помещений.

Снижение количества выбрасываемой пыли достигается в основном при использовании увлажнения, орошения, пенного пылеподавления, пылеулавливания, регулярного устранения пыли со стенок горных выработок. Предварительным увлажнением общую запыленность снижают на 80-90 %. В последнее время в карьерах широко используется пылеподавление пеной. При помощи водовоздушных эжекторов очищают воздух от взвешенной пыли непосредственно на производственных участках.

Пыль, образующуюся при буровых работах, удаляют путем отсасывания специальными устройствами. Методы *влажной очистки* характеризуются высокой интенсивностью процесса, причем высокая степень удаления характерна, прежде всего, для мелкой фракции пыли. Одной из важных особенностей такой очистки выступает смачиваемость частиц.

К 2000 году потребление человечеством воды превысило 5000 км^3 в год. При этом забор воды и последующий сброс в процессе добычи полезных компонентов во много раз превышает количество расходуемой воды на более поздние производственные нужды. С учетом состава загрязнения промышленные стоки отводят в отстойники, где очищают одним общим или отдельными потоками. Такие загрязненные потоки могут выглядеть как: нефтесодержащие, кислотно-щелочные, хромсодержащие, цинксодержащие, содержащие красители, токсичные органические и др. Основными мерами защиты горных выработок от затоплений, используемых в горной промышленности, являются: дренаж, осушение, барраж, водозащита.

Основные ЧС в горной промышленности связаны с шахтными пожарами, взрывами газа и пыли, внезапными выбросами горных пород и газа, горными ударами и затоплениями.

Более половины всех аварий на шахтах и рудниках приходится на *шахтные пожары,* которые сопровождаются большими экономическими потерями. Удельный вес смертельного травматизма от шахтных пожаров достигает 1 %.

По происхождению такие пожары делятся на экзогенные (возникшие от внешних источников огня – короткого замыкания, взрывных работ, открытого огня) и эндогенные (самовозгорание угля и некоторых типов руд).

Разрушение массива горных пород часто сопровождается выделением газов и образованием пыли. Наибольшую опасность среди них представляет метан, а также водород, который при определенном соотношении с кислородом образует взрывчатую смесь. Травматизм от взрывов газа и пыли достигает 10 % на угольных шахтах и 1 % на рудниках. Борьбу с этими источниками травматизма ведут путем предотвращения образования пыли и газа, недопущения опасных концентраций, исключением источников огня.

Горные удары представляют собой скачкообразный переход упругой энергии напряженного массива в работу по разрушению пород. При этом происходит разрушение крепи, выброс камней, образование пыли и выделение газов. Более мелкие проявления называют микроударами, толчками.

Источниками *затопления выработок могут быть* наземные водоемы и водостоки, а также подземные воды в осадочных породах, карстовых полостях, плывунах. Особую опасность для населения горнорудных регионов представляют собой затопления подземных горных выработок при их неправильной консервации. В этом случае нередко поднимающаяся на поверхность вода с нарушенным химическим балансом отравляет окрестности, делает непригодной для потребления воду в колодцах.

3.3. Транспортная система

Ежегодно в Российской Федерации перевозится транспортом общего пользования около 4 млрд. т грузов, в том числе большое количество химически опасных и взрывных веществ. На долю железнодорожного транспорта приходится около 50 % грузовых перевозок, автомобильного – 40 %, внутреннего водного и морского – около 10 %. В России всеми видами транспорта ежесуточно перевозится более 100 млн. человек. В пассажирообороте на долю железнодорожного транспорта приходится около 45 % перевозок, автомобильного – 40 %, воздушного – 14 %, водного – 1 %.

По числу погибших пассажиров и членов экипажа на 1 млрд. пассажирокилометров лучше всех обстоят дела на железнодорожном транспорте – около 0,03, на втором месте воздушный – около 1,0, и несопоставимо много потерь на автомобильном – около 34,0. Так как транспортом перевозится и потенциально опасные вещества (12 % от общего объема перевозочных грузов), опасность для жизни и здоровья населения при транспортных перевозках усугубляется.

Железнодорожный транспорт

Железнодорожный транспорт в нашей стране является главным средством перевозок; самым массовым транспортом, работающим вне

зависимости от времени года, суток, погоды. Поэтому он имеет огромное значение в решении вопросов экономики, обороноспособности страны. Решение перечисленных задач зависит от своевременного проведения мероприятий, обеспечивающих устойчивую работу объектов железнодорожного транспорта. В развитии железнодорожного транспорта основным направлением считается увеличение пропускной и провозной способности. В хозяйственном и административном отношениях железнодорожная сеть России подразделяется на дороги.

Железная дорога является самостоятельной хозяйственной единицей железнодорожного транспорта. Руководство отдельными отраслями железнодорожного хозяйства осуществляется начальником дороги через соответствующие службы движения, локомотивного хозяйства, электрификаций, вагонного хозяйства, путей и сооружений, сигнализации и связи, грузовую и пассажирскую.

Железные дороги территориально и организационно делятся на отделения, которые являются основными линейными и хозяйственными единицами дороги. В составе одной дороги имеется 5-8 и более отделений.

В состав отделения железной дороги входит 800-1500 км железнодорожного пути главного хода. Главная задача отделений железных дорог – координировать на месте деятельность станций, локомотивных депо, вагонных участков, дистанций пути, сигнализации и связи, участков энергоснабжения и т. п. в деле обеспечения перевозок.

Все железнодорожные линии делятся раздельными пунктами на отдельные части, называемые перегонами. Раздельными пунктами являются станции, разъезды, обгонные пункты и путевые посты, а при автоблокировке и проходные светофоры. Железнодорожные станции в зависимости от основного назначения и характера работы подразделяются на: промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские, грузовые.

Железнодорожные узлы представляют собой совокупность нескольких станций и других раздельных пунктов, связанных между собой общим технологическим процессом. Они образуются в пунктах слияния нескольких железнодорожных направлений.

Кроме перечисленных объектов железнодорожного транспорта важными объектами также являются крупные мосты и тоннели, путепроводы и виадуки, которые в условиях войны могут быть вероятными объектами нападения. Наименее устойчивыми в ЧС мирного и военного времени является наземные здания, воздушные линии телефонно-телеграфной связи, подвижный железнодорожный состав, мосты с большими пролетами. Безопасность и устойчивость перевозок грузов и населения железнодорожного транспорта определяются состоянием путевого хозяйства.

Потребность железных дорог в новых рельсах удовлетворяется сегодня на 80-85 %. В результате общая протяженность путей с рельсами, выработавшими ресурс, составила более 20 тыс. км, или около 20 %. Количество дефектных рельсов из-за их бокового износа в последнее время

увеличилось с 10 тыс. км до 13 тыс. км (или на 42 %). Количество пришедших в негодность деревянных шпал составило около 25 млн. штук или 15 % от их общего количества. У 30 % вагонов-цистерн в ближайшее время истекают нормативные сроки эксплуатации.

Следует отметить, что количество железнодорожных катастроф в настоящее время уменьшается благодаря улучшению путевого хозяйства, замене прогнивших шпал бетонными, дефектных рельсов новыми.

В основу обеспечения непрерывности перевозок и повышения устойчивости железнодорожных объектов в ЧС заложены принципы рассредоточения, дублирования, взаимозаменяемости и резервирования постоянных устройств, переменных средств и кадров.

Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт играет чрезвычайно важную роль в жизни страны, на его долю приходится около 40 % грузовых перевозок и 40 % пассажирооборота страны. Одной из важнейших задач государства является дальнейшее развитие автомобильного транспорта, прежде всего транспорта общего пользования. Это обусловливается тем, что автомобильный транспорт обладает наибольшей мобильностью и живучестью, большим радиусом действия, способностью действовать независимо от времени года и суток, высокой проходимостью, обеспечивающей возможность передвижения почти по любым дорогам и часто в условиях полного бездорожья, способностью доставлять пассажиров и грузы от места посадки (погрузки) до места назначения.

В условиях современной войны, а также в чрезвычайных ситуациях мирного времени автомобильный транспорт играет важную роль в жизнеобеспечении населения и работы экономики, а в ряде регионов страны он будет единственным видом транспорта.

Автомобильный транспорт состоит из следующих основных элементов: средств сообщения, путей сообщения и предприятий, обеспечивающих бесперебойную работу средств и путей сообщения. К средствам сообщения относятся подвижной состав автомобильного транспорта: автомобили, тягачи, прицепные системы и автопоезда. К путям сообщения автотранспорта относятся автомобильные дороги со всеми сооружениями на них: мостами, тоннелями, путепроводами и т. д. Очень часто узлы автомобильных дорог общей сети страны находятся в крупных городах.

К предприятиям, обеспечивающим бесперебойную работу средств и путей сообщения, относятся:

- автоэксплуатационные грузовые автомобильные хозяйства, автобусные и таксомоторные парки, смешанные автомобильные хозяйства, топливно-заправочные станции и станции технического обслуживания, гаражи, автовокзалы и автостанции и т. д.;
- авторемонтные заводы и мастерские;

• дорожно-строительные, дорожно-эксплуатационные и дорожно-ремонтные предприятия.

Проведенный анализ состояния и уязвимости элементов автомобильного транспорта показывает, что наиболее устойчивыми являются шоссейные дороги, металлические и железобетонные мосты; наиболее уязвимыми - автозаправочные станции, подвижной состав, а также производственные здания автотранспортных мероприятий.

Следует учитывать, что в военное время и в ЧС мирного времени автомобильный транспорт будет выполнять различные виды перевозок на короткие расстояния, а при нарушении функционирования железнодорожного, водного транспорта он может оказаться в отдельных регионах основным видом транспорта.

Народнохозяйственные перевозки в ЧС будут характеризоваться изменением клиентуры, объемов и номенклатуры грузов, сменой маршрутов перевозок и строгим пропускным режимом на них. Воинские перевозки автомобильным транспортом будут выполняться в отдельных случаях: по особому распоряжению, по плану и под руководством военного командования.

Водный транспорт

Водный транспорт является важнейшим звеном транспортной системы, несмотря на то, что в последние годы снижаются объемы пассажирогрузоперевозок. В общем объеме грузооборота доля водного транспорта не превышает 10 %, а пассажирооборот – около 1 %. В СССР доля водного транспорта в общем объеме грузооборота в общем объеме грузооборота доходила до 25 %.

Уровень безопасности перевозок грузов и населения на речном и морском транспорте снижается. Широкий резонанс вызвала недавняя авария на Волге с теплоходом «Булгария», который эксплуатировался в условиях аварийного состояния. В последние годы снижение безопасности определялось увеличением количества нарушений правил судовождения, снижением качества ремонта, прекращением строительства судов нового поколения. Отмечается тенденция увеличения количества кораблекрушений и аварийных происшествий. Наибольшее количество аварий и происшествий зарегистрировано в Новороссийском, Мурманском, Северном и Дальневосточном морских пароходствах. Аналогичная тенденция роста аварий и аварийных происшествий имеет место и на объектах рыболовного флота (Роскомрыболовства). Отсюда вытекает необходимость повышения уровня безопасности и в целом повышения устойчивости функционирования водного транспорта.

Следует заметить, что во время всех войн морской и речной флот помимо ведения боевых операций осуществляет большие перевозки всех видов грузов, обеспечивая связь тыла с фронтом, снабжение блокированных

районов, а также использовался для создания переправ. В период Великой Отечественной войны водным транспортом выполнялись перевозки войск, всех видов грузов снабжения, высадки десантов, а также эвакуационные перевозки. Объем перевозок только снабженческих грузов, выполненных на водных путях сообщения в годы войны, составил более 26 %, выполненных всеми видами транспорта.

Водный транспорт предназначается также и для решения задач РСЧС и ГО. Он преобладает рядом преимуществ перед другими видами транспорта. Главные из них:

• наличие естественных путей;

• возможность одновременного передвижения крупных масс грузов и пассажиров;

• возможность транспортировки крупногабаритных грузов;

• возможность погрузки и выгрузки грузов собственными средствами судов;

• сравнительно хорошие защитные свойства судов.

Наряду с преимуществами водный транспорт имеет и недостатки:

• перерывы в судоходстве на зимнее время на многих реках и отдельных морях;

• колебания уровня воды на водных путях;

• сравнительно низкие технические скорости движения (от 5 до 50 км/ч);

Основными техническими средствами водного транспорта являются:

• транспортный флот (суда);

• порты (пристани) и их оборудование;

• навигационные и другие сооружения, обеспечивающие безопасность плавания;

• средства связи;

• судоремонтные предприятия.

Различие судоходных условий и транспортная характеристика грузов оказывают существенное влияние на конструкцию судов, что привело к значительному разнообразию судов по их конструкции, размерам, грузоподъемности и другим показателям.

Воздушный транспорт

Воздушный транспорт имеет небольшую долю в грузовых перевозках, но его часть в пассажирообороте составляет 15 %. На воздушном транспорте также растет аварийность. Сегодня мы являемся свидетелями практически регулярных крушений воздушных судов как в нашей стране, так и за рубежом. К основным причинам, определяющим состояние аварийности при авиационных перевозках, следует отнести: существенное снижение характеристик надежности воздушных судов, вызванное старением и ухудшением качества технического обслуживания и ремонта авиатехники; рост числа нарушений авиационными специалистами установленных правил

выполнения и обеспечения полетов; преобладание в политике авиапредприятий экономических приоритетов по отношению к приоритетам безопасности полетов. К сожалению, растет количество авиакатастроф по причине человеческого фактора, снизилось качество подготовки пилотов. Кроме того, возросла опасность террористических актов.

3.4. Потенциально опасные технологии и производства

Количество опасных технологий постоянно возрастает пропорционально росту промышленного производства в целом. Поэтому устойчивости работы таких предприятий уделяется особое внимание. Опасность техносферы для населения и окружающей среды обусловливается использованием в промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве большого количества радиационных, химических, биологических, пожароопасных и взрывоопасных веществ и технологий. Таких потенциально опасных производств и технологий в России насчитывается около 45 тысяч.

Радиационноопасные объекты

В настоящее время к источникам радиоактивного загрязнения (заражения) внешней среды можно отнести:

- урановую промышленность;
- ядерные реакторы разных типов;
- радиохимическую промышленность;
- места переработки и захоронения радиоактивных отходов;
- использование радионуклидов в народном хозяйстве;

В России имеется 29 энергоблоков на 9 АЭС, 113 исследовательских ядерных установок, 13 промышленных предприятий топливного цикла, научно-исследовательских организаций, выполняющих технологические разработки и материаловедческие исследования с использованием ядерных материалов, атомных судов с объектами их обеспечения, а также около 13 тыс. других предприятий и объектов, осуществляющих деятельность с использованием радиоактивных веществ и изделий на их основе.

Следует, однако, отметить, что в последнее время повысился уровень безопасности АЭС и исследовательских ядерных установок, имеется положительная тенденция к снижению количества нарушений в их работе. Это связано с использованием новых прогрессивных технологий со слабообогащенными материалами. Уровень эксплуатации АЭС России, если оценивать его по количеству нарушений на один энергоблок, находится на среднемировом уровне.

В то же время складывается неблагоприятная ситуация в области обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) на АЭС. На площадках АЭС ОЯТ накопилось сверх количеств, определенных проектами, что вызвано его невывозом с АЭС. Имеется тенденция к накоплению ОЯТ в хранилищах,

расположенных в территории научно-исследовательских ядерных центров. Требует скорейшего решения вывоз отработанного ядерного топлива из плавучих хранилищ российского транспортного предприятия «Атомфлот». Серьезную озабоченность вызывает положение дел с выведением и эксплуатацией атомных подводных лодок ВМФ России и их утилизация. Остро стоит вопрос транспортирования ядерных материалов и изделий на их основе, особенно транзитных перевозок через территорию России.

Возможных причин возникновения повышенной радиационной опасности указанных выше объектов может быть названо достаточно много. Они обычно связываются с нарушениями технологических режимов, невыполнением тех или иных нормативов и т. п. К числу основных причин радиационного риска объектов ядерного топливного цикла относятся:

• неправильное хранение высокоактивных ядерных отходов;

• катастрофические аварии в основном ядерных реакторов;

• радиоактивные выбросы при нормальной эксплуатации объектов (главным образом ядерных реакторов);

• вероятные аварии на заводах по переработке облученного топлива;

• нарушение технологической дисциплины.

Этот принцип можно существенно расширить. Перечисленные факторы повышают требования к безопасности и устойчивости радиационноопасных объектов.

Химически опасные объекты

Под объектами с химической технологией имеются в виду, прежде всего, промышленные предприятия и другие объекты, в технологических процессах которые предусматриваются использование тех или иных химических веществ и химических превращений.

К такого рода объектам, прежде всего, относятся химические, нефтехимические и подобные им заводы и предприятия, близкие к химическим производствам. Достаточно отметить, что типовой современный нефтеперерабатывающий завод мощностью 10-15 млн. т/год сосредоточивает на своей промышленной площадке от 300 до 500 тыс. т углеродного топлива, энергосодержание которого эквивалентно 3-5 Мт тротила. Номенклатура продукции, выпускаемой химическим заводом с передовой технологией, обеспечивающей комплексную переработку сырья, включает тысячи различных материалов и веществ, многие из которых чрезвычайно токсичны или ядовиты. Опасность химических заводов для человека и окружающей среды, особенно при возникновении аварий, очевидна.

Всего в Российской Федерации функционирует около 4000 объектов экономики, располагающих значительными запасами опасных химических веществ (ОХВ). Более 50 % из их числа имеют запасы аммиака, 36 % – хлора, 5 % – соляной кислоты. Суммарный запас этих веществ на предприятиях достигает 1 млн. т, что составляет 10-12 смертельных токсодоз. Причем на

промышленных предприятиях одновременно нередко хранится от нескольких сот до нескольких тысяч тонн опасных химических веществ. Необходимо отметить, что в крупных городах (с населением свыше 100 тыс. чел.) и вблизи них сосредоточено свыше 70 % предприятий химической промышленности, промышленности по производству минеральных удобрений и почти все предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Потенциально опасными объектами являются и военно-химические объекты по хранению химического оружия.

Суммарная площадь территории России, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет около 300 тыс. кв. км с населением около 54 млн. человек.

Взрыво- и пожароопасные объекты

В стране имеются тысячи взрыво- и пожароопасных объектов в различных отраслях промышленности. Наиболее часто аварии, сопровождаемые взрывами и пожарами, происходят на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, которые приводят к серьезным последствиям: разрушению промышленных объектов и зданий жилой застройки, поражению людей, воздействию на производственный персонал. Прогностические расчеты показывают, что число эвакуированных при крупной аварии на подобных объектах, сопровождаемой взрывами и пожарами, может составить свыше 20 тыс. человек.

На предприятиях Госкомоборонпрома России, производящих пороха, ракетное твердое топливо, взрывчатые вещества, пиротехнические средства и составы, средства инициирования и изделия военной техники на их основе, возможны более серьезные аварии с массовыми поражениями работников предприятий и населения близлежащих населенных пунктов, разрушением промышленных объектов, складов и арсеналов. Вместе с тем безопасность производства и хранения продукции на данных предприятиях, обеспечиваемая строжайшим выполнением норм строительства и реконструкции, требований специальных правил, позволяет во многих случаях предотвратить возможные катастрофы.

Биологически опасные объекты

Это предприятия фармацевтической, медицинской и микробиологической промышленности с наличием в технологической цепочке так называемого биологического фактора, основными компонентами которого являются микроорганизмы, продукты метаболической деятельности микроорганизмов и микробиологического синтеза. В ряде НИИ для получения значительных количеств микробных масс используются ферментаторы емкостью в сотни и тысячи литров. Концентрация микробов в них достигает 10 млрд. и более

микробных тел в 1 мл. Взрывы на таких предприятиях ведут к заражению сотрудников этих объектов и прилегающих к ним предприятий, территорий и населения жилых домов.

Несмотря на различие между случайными авариями и взрывами (террористическими актами) на биологически опасных объектах, распространение биологических аэрозолей, заражение объектов, территорий, людей и животных, находящихся на них, в принципе описывается одними и теми же закономерностями. Это позволяет по аналогии произвести специалистами санитарно-эпидемиологической службы оценку биологической и эпидемиологической обстановки и принять адекватное оптимальное решение по ликвидации медико-санитарных последствий биологического террористического акта.

Очагом биологического заражения является территория, подвергшаяся непосредственному воздействию биологических средств, создающих опасность распространения инфекционных заболеваний.

Источниками заражения людей, сельскохозяйственных животных и растений служат, как правило, объекты с возбудителями инфекций, преднамеренное распространение которых может вызвать временный очаг биологического заражения. Размеры очага биологического заражения будут зависеть от вида боеприпасов, бактериальной рецептуры, количества их и способов применения, а также от метеорологических условий, быстроты обнаружения и своевременности проведения профилактики, лечения и дезинфекции. Наибольшую опасность представляет распыление бактериальных рецептур в виде аэрозоля. При этом в воздухе образуется бактериальное облако. Это облако, перемещаясь в направлении движения воздуха, может оседать на почву, воду, растения и все предметы, а также на кожные покровы людей и животных. Не исключено создание эпидемических очагов путем инфицирования биологическими агентами продуктов питания, водоисточников, фуража и др. При применении биологических средств посредством переносчиков размеры очага биологического заражения определяются площадью распространения этих переносчиков. Таким образом, эпидемический очаг, возникший при биологических террористических актах, имеет следующие особенности:

- массовое заражение людей и формирование множественных очагов за счет активации механизмов передачи возбудителей инфекций;
- значительная продолжительность заражающего действия источников инфекции;
- отсутствие защиты населения от контакта с заразными больными, окружающей средой, представляющей эпидемическую опасность.

Перечисленные выше особенности определяют специфику организации мероприятий по локализации и ликвидации эпидемических очагов в зоне ЧС, связанной с биологическим терроризмом.

При диверсиях (взрывах) в НИИ и лабораториях, работающих с возбудителями заболеваний в качестве заражающего начала, выступают не

естественные источники инфекции, а "искусственные резервуары" (емкости), заполненные микробными биомассами, поврежденные в момент взрыва. Масштабы поражения в данном случае зависят от количества микробного материала, попавшего во внешнюю среду, его
физического состояния, вирулентности.

При террористических актах с непосредственным использованием биологических агентов наиболее вероятно возникновение крупномасштабной катастрофы, так как наряду с непосредственным поражением и загрязнением территории и объектов может происходить размножение микроорганизмов, вызывающих вторичные санитарные потери.

При естественной катастрофе вовлеченные в нее инфекционные больные продолжают оставаться источниками инфекции. Поэтому инфекционные заболевания могут появляться после инкубационного периода, начавшегося в разное время до возникновения катастрофы, и эпидемический процесс продолжается.

В отличие от этого, в момент антропогенной катастрофы происходит заражение значительного контингента людей, а появление первых признаков заболеваний происходит, как правило, одномоментно, при достижении возбудителем специфической локализации. Инкубационный период завершается, и больные становятся источниками инфекции; с этого момента от них возможно развитие эпидемического процесса. Процесс перехода патогенетической фазы в эпидемическую занимает несколько суток и определяется природой и дозой возбудителя, резистентностью микроорганизма и другими факторами. Учет и рациональное использование этого времени (проведение экстренной профилактики) очень важны для прерывания эпидемического процесса.

Оценка эпидемиологической обстановки включает в себя параметры: границы очага, величины санитарных потерь и динамику их формирования, загрязненность объектов внешней среды микробными массами и период их самообеззараживания, время возможного перехода патогенетической фазы в эпидемическую, количество заболевших из числа заразившихся.

Полученные данные являются исходными для расчета сил и средств, необходимых для ликвидации медико-санитарных последствий биологического террористического акта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте современное определение устойчивости объектов экономики.
2. Назовите основные уязвимости топливно-энергетического комплекса.
3. Назовите главные объекты жизнеобеспечения.
4. Назовите основные уязвимости воздушного транспорта.
5. Назовите главные преимущества и недостатки водного транспорта.

6. Как организационно и территориально делятся железные дороги?
7. Назовите основные уязвимости автомобильного транспорта.
8. Назовите основные опасности, связанные с работой горнорудной промышленности.
9. Что такое горные удары?
10. Чем опасны технологии обогащения руд?
11. Назовите основные опасности и заболевания при работе в шахтах.
12. Назовите основные потенциально опасные технологии.
13. Определите специфику биологически опасных производств.

Какую роль играют отстойники на предприятиях металлургии?

Глава 4

НЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ЗОНЫ ВОЗМОЖНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ

4.1. Пищевая промышленность

В соответствии с принятой квалификацией в составе пищевой промышленности входят следующие отрасли: пищевкусовая, мясная, рыбная, мукомольно-крупяная и комбикормовая. Все отрасли пищевой промышленности делятся на добывающие (вылов рыбы, добыча морского зверя, соли, минеральных вод) и перерабатывающие. Большинство относятся к перерабатывающим, т. е. занятым переработкой сельскохозяйственного и несельскохозяйственного сырья. В основном отрасли пищевой промышленности перерабатывают сырье сельскохозяйственного происхождения, которое, в свою очередь, делится на сырье животного и растительного происхождения.

Большое значение имеет группировка отраслей пищевой промышленности по стадиям переработки. Кроме того, внутри каждой отрасли, исключая рыбную, имеются подотрасли. Самой сложной по составу является пищевкусовая отрасль, в которую входят хлебопекарная, макаронная, кондитерская, сахарная, мясная, молочная, масложировая, плодоовощная (включая производство плодоовощных консервов), производство пищевых концентратов, спиртовая, ликероводочная, винодельческая, пивоваренная, производство безалкогольных напитков, дрожжевая, крахмалопаточная, соляная, чайная, табачно-махорочная и другие производства.

Следует отметить, что производство конечной продукции отраслей пищевой промышленности, получаемой при переработке сельскохозяйственного сырья, тесно взаимосвязано с производством конкретных видов сырья. Это обусловливает необходимость составления сквозных балансов от производства и распределения сырья до выпуска конечной продукции, т. е. происходит постепенный процесс объединения ранее самостоятельных отраслей сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. В результате формируется специализированные продуктовые подкомплексы, образующие продовольственный комплекс страны: зернопродуктовый, картофелепродуктовый, свеклосахарный, плодоовощеконсервный, виноградно-винодельческий, мясной, молочный, масложировой.

4.2. Сельское хозяйство

Основные направления деятельности сельского хозяйства составляют растениеводство и животноводство.

Для надежного обеспечения населения Российской Федерации продуктами питания не только в обычных условиях, но и в чрезвычайных ситуациях необходимо заблаговременное решение ряда важных задач. Одним из главных путей их решения в настоящее время является интенсификация производства с целью достижения более высоких результатов при ограниченных ресурсах. При этом в первую очередь необходимо приоритетное развитие тех основных отраслей сельского хозяйства и пищевой промышленности, которые позволяют сравнительно быстро обеспечить повышение общего конечного результата. Так, наряду обеспечением роста валовой продукции сельского хозяйства необходимо проводить мероприятия по снижению потерь продукции при ее транспортировке, хранении и переработке. В частности, в настоящее время в растениеводстве потери зерна и сахарной свеклы при уборке урожая составляют в среднем менее 10 % от валового сбора. Потери при хранении этих культур, а также овощей и картофеля достигают 25 % и более. Не меньшие потери отмечаются и в животноводстве.

Для снижения потерь сельскохозяйственного сырья могут быть применены такие методы хранения, как низкотемпературное охлаждение, замораживание, хранение в газовой среде, в том числе в газорегулируемых средах, активное вентилирование. Например, для более длительного хранения масличных семян целесообразно увеличивать объем активного вентилирования и объем хранения в газорегулируемых средах. Для сахарной свеклы необходимо расширить объемы хранения с применением активного вентилирования, биологически активных веществ и химических консервантов. Целесообразно также обеспечить внедрение установок для укрытия кагалов и буртов, находящихся на территории перерабатывающих предприятий, пенопластами, систем автоматического контроля и регулирования температурно-влажностного режима. Необходимо также предусмотреть сооружение сети облегченных овощекартофелехранилищ и фруктохранилищ, внедрение холодильных установок, поточно-механизированных линий товарной обработки, фасования и упаковывания пищевого сырья и продукции в этих хранилищах. Сокращению потерь сельскохозяйственного сырья может также способствовать заготовка сырья непосредственно на объектах сельского хозяйства и вывоз его на переработку только специализированным транспортом.

Снижению расхода сырья на единицу продукции и вследствие этого повышению эффективности производства отраслей пищевой промышленности способствует улучшение качества сельскохозяйственной продукции. В настоящее время качество многих видов сельскохозяйственной продукции остается низким. О значении этого показателя могут свидетельствовать, например, такие данные:

• снижение содержания крахмала в картофеле на 1 % увеличивает расход сырья на 1 т готовой продукции на 7-8 %;

• использование новых перспективных сортов картофеля с содержанием крахмала 25-26 % вдвое снизит расход сырья.

В современных условиях при глобальном загрязнении окружающей среды, в частности сельскохозяйственных угодий, радиоактивными веществами, тяжелыми металлами и другими загрязнениями, повышение качества сельскохозяйственной продукции является одной из важнейших проблем, решение которой должно осуществляться как в сельском хозяйстве, так и в перерабатывающей промышленности.

Важным условие рационального использования сырья и сокращения его потерь является постепенный переход на ресурсосберегающие, малоотходные и безотходные технологии, т.е. необходимо предусматривать возможно меньшее количество технологических операций с обеспечением максимального выхода продукции из единицы сырья при уменьшении расхода ресурсов. Этим условиям в наибольшей мере отвечают мембранные процессы, получающие распространение во многих отраслях пищевой промышленности, в частности молочной. Так, мембранная технология позволяет получать новые виды молочных продуктов, отличающихся повышенными питательными свойствами и биологической ценностью вследствие более полного перевода белков, содержащихся в молоке, в готовые продукты.

Одной из важных задач пищевой промышленности является обогащение продуктов белками. Например:

• перспективным направлением может быть переработка шрота для получения пищевых белковых концентратов с целью использования их в качестве белковых обогатителей при производстве многих пищевых продуктов;

• внедрение технологии более полной очистки подсолнечного масла позволит не только повысить качество конечного продукта, но и обеспечить получение дополнительных ресурсов пищевых фосфатидов, необходимых в маргариновом и хлебобулочном производстве, а также для увеличения выработки кондитерских изделий и заменителей цельного молока.

Вместе с тем даже в обычных условиях совершенствование существующих и внедрение прогрессивных новых технологий сдерживается отсутствием необходимого оборудования. Технический уровень большинства предприятий крайне низок, так как потребность в более современном оборудовании в течение многих лет удовлетворяется не более чем на 60-70 %, а по комплексно-механизированным линиям – всего лишь на 30-40 %. Механизация труда на предприятиях, как правило, не превышает 60 %. Особенно много ручного труда на начальных и конечных операциях, а также на погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работах. Все это не способствует устойчивому функционированию отраслей пищевой промышленности не только в чрезвычайных ситуациях, но и в обычных условиях. Поэтому в пищевой промышленности необходимо проведение глубокой реконструкции и перевооружение материально-технической базы с широким использованием современных средств автоматизации, включая

робототехнические устройства, и вычислительной техники. Кроме того, необходимо совершенствование и отраслевой структуры пищевой промышленности, которая практически не изменилась в течение последних и в настоящее время не удовлетворяет запросы потребителей. Например, целесообразно более широкое развитие производства полуфабрикатов, быстрозамороженных и готовых к употреблению разнообразных продуктов.

Помимо изменений в отраслевой структуре большое значение могут иметь, с точки зрения рационализации питания, внутриотраслевые ассортиментные изменения. Так, в отраслях вторичной переработки сырья может быть расширен ассортимент продукции за счет использования нетрадиционных видов сырья, например, чайные напитки и их заменители с применением лекарственных трав, земляники, малины, рябины, шиповника и других растений. Целесообразно также внедрение и увеличение выпуска глюкозно-фруктозного сиропа, равноценного сахару, производство которого более выгодно для экономики. Одновременно необходимы и кардинальные изменения в размещении перерабатывающих предприятий, в первую очередь малой и средней мощности, максимально приближающие их к объектам сельскохозяйственного производства, производящим соответствующее сырье. Создание таких подкомплексов позволяет определить оптимальные объемы производства растительного и животного сырья, необходимые мощности перерабатывающей промышленности, емкости хранилищ и складов, потребность в транспортных средствах и т. п., что создает возможность сбалансированного производства и реализации конечных продуктов.

Анализ данных о чрезвычайных ситуациях в народном хозяйстве за 20 лет показал, что для отраслей (объектов) перерабатывающей промышленности наиболее опасны:

• землетрясения (в районах Дальнего Востока, Северного Кавказа, Горного Алтая);

• наводнения (вблизи крупных рек и водоемов);

• ураганы, смерчи и бури на большой части территории страны;

• пожары.

Определенную опасность представляет радиоактивное, химическое и биологическое (бактериологическое) загрязнение (заражение), особенно для предприятий, расположенных на территориях, прилегающих к объектам атомной и химической промышленности, а также предприятиям микробиологического синтеза.

Следует также отметить, что существенное отрицательное влияние на устойчивость функционирования объектов перерабатывающей промышленности могут оказывать чрезвычайные ситуации, сложившиеся в сельском хозяйстве, как за счет уменьшения поступления на переработку продукции растениеводства и животноводства, так и за счет снижения ее качества вследствие загрязнения (заражения) радиоактивными, химическими и биологическими (бактериологическими) веществами и средствами.

4.3. Окружающая среда

Аварии и катастрофы на радиационноопасных объектах могут привести не только к разрыву внутриотраслевых, межотраслевых и региональных связей, но и к существенному загрязнению объектов внешней среды, продуктов питания, кормов и водоисточников радиоактивными веществами, что приведет к снижению эффективности сельскохозяйственного производства, а главное – к отрицательному воздействию на здоровье населения. При этом, как показывают результаты катастрофы на Чернобыльской АЭС, следует учитывать долговременный характер устранения последствий подобных аварий и катастроф, разнообразие почвенно-климатических зон и другие особенности, от которых в значительной мере зависят системы ведения сельскохозяйственного производства в различных регионах РФ.

Существенный ущерб сельскому хозяйству может быть причинен также чрезвычайными ситуациями, обусловленными деятельностью человека, т. е. антропогенного характера, например, возникающими в результате аварий на химически опасных предприятиях и особенно на объектах атомной промышленности. Так, авария на Чернобыльской АЭС (1986 г.) по масштабам и совокупности последствий может быть отнесена к самой крупной ядерной катастрофе, охватившей огромные территории не только Украины, но и Российской Федерации. По данным Роскомгидромета по состоянию на 01.03.92 г. загрязнение почв радионуклидами со средней плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1 Ku/км^2 зарегистрировано на 15 административных территориях России: Брянской обл. (34 % территории области), Калужской (17 %), Белгородской (85,0 %), Воронежской (91,5 %), Курганской (4,4 %), Ленинградской (1,0 %), Липецкой (около 8 %), Орловской (40 %), Пензенской (3 %), Рязанской (15%), Тамбовской (1,7 %), Тульской (47 %), Ульяновской (0,6 %). Общая площадь загрязненной территории с указанной плотностью составляет около 855 тыс. км^2, в том числе около 3,3 млн. га сельскохозяйственных угодий. При этом территория с плотностью загрязнения ^{137}Cs свыше 15 Ku/км^2 составляет 2,4 тыс. км^2 – с плотностью загрязнения 5-15 Ku/км^2 – 5,5 тыс. км^2 и 1-5 Ku/км^2 – 47 тыс. км^2. Кроме того, в 28 областях, краях и республиках в составе Российской Федерации отмечено загрязнение почв от 0,1 до 0,6 Ku/км^2. При этом следует отметить, что большинство перечисленных областей принадлежат черноземной полосе РФ.

Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения местности, в первую очередь в зонах, где плотность загрязнения превышает 5 Ku/км^2, обусловливает необходимость решения ряда сложных задач с разработкой соответствующих мероприятий, которые должны быть практически реализованы заблаговременно, так и при организации производства в условиях чрезвычайной ситуации. Например, в пострадавших регионах, особенно в тех, где наряду с радиоактивным загрязнением отмечено также загрязнение сельскохозяйственных угодий промышленными

выбросами, может создаться чрезвычайно острая общая эколого-генетическая обстановка. Так, оценка современного состояния агробиоценозов в Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Рязанской и других областях на фоне радиоактивного загрязнения местности показала высокую «перегрузку» сельскохозяйственных угодий различными промышленными выбросами, остаточными количествами пестицидов и балластными веществами от минеральных удобрений, а также сбросами сточных вод (из-за отсутствия очистных сооружений). Причем многие из веществ-загрязнителей являются канцерогенными и мутагенными. В результате ухудшается качество продуктов питания и питьевой воды.

Вследствие этого «генетический груз» на население загрязненных районов резко увеличивается, что ведет к подавлению иммунной системы человека и вызывает новые специфические заболевания, а в итоге отрицательно влияет на наследственность, особенно в сочетании с радиационным воздействием. В связи с этим необходим мониторинг за частотой возникновения мутаций у населения, который должен установить, в какой мере усиливается «генетический груз» на человека в условиях чрезвычайной ситуации при увеличении воздействия на него природных и искусственных мутантов. Поэтому в регионах, где отмечено (или прогнозируется) воздействие поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации, необходимо проведение нескольких видов мониторинга: агроэкологического, медицинского, генетического и демографического с целью получения объективной информационной основы для принятия оптимальных решений в хозяйственной деятельности.

В дополнение к изложенному следует отметить, что на территории Российской Федерации имеется немало регионов, в которых уже в настоящее время возникли долговременные чрезвычайные ситуации. В этих регионах общая антропогенная нагрузка превышает естественные экологические возможности природных ландшафтов, что приводит к возникновению острых экологических ситуаций различного уровня: критического, кризисного и, в ряде случаев, катастрофического. При таких ситуациях с разной степенью опасности отмечаются изменения природных ландшафтов, нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов (в том числе генофонда) и ухудшения условий проживания населения, что приводит к ощутимым изменениям его здоровья.

Всего выделено около 180 ареалов с острой экологической ситуацией. В кризисном или приближающемся к катастрофическому состоянию находятся, прежде всего, крупные промышленные центры вместе с пригородами, где особенно загрязнена природная среда. К таким относится, например, территория Москвы и Санкт-Петербурга, Среднее Поволжье, Кольский полуостров, промышленная зона Урала, Горный Алтай, некоторые районы Сибири и другие.

Особого неординарного подхода требует решение экологических проблем, в первую очередь радиационных, в азиатской части, где спектр

выпавших радионуклидов в почве и поглощаемых растительным и животным миром существенно отличается от Чернобыльского; соответственно имеются различия в силе воздействия на низшие и высшие организмы тундры, Уральской и Алтайской зон.

Биосфера «сдавлена» и в других частях Российской Федерации. Например, на отвалах горного производства накоплено более 30 млрд. тонн отходов; ежегодно образуется около 200 млн. тонн токсичных отходов промышленных предприятий и около 34 млн. тонн твердых бытовых отходов, и их утилизации кардинально не решается. В водные объекты страны сбрасывается до 100 км^3 сточных, коллекторно-дренажных и других вод, с которыми в водоемы и водотоки поступило до 20 млн. тонн загрязняющих веществ.

Возрастает также загрязнение природной среды выбросами предприятий микробиологического синтеза (в медицинской и сельскохозяйственной сферах); некоторые из предприятий работают с патогенными материалами, в том числе новыми штаммами микроорганизмов, получаемых искусственно. Выбросы при таких процессах оказывают существенное влияние на увеличение степени загрязнения биосферы, что повышает опасность деградации, прежде всего агросферы, а в ней в первую очередь почвы и рыбного хозяйства. В связи с увеличением загрязнения снижается продуктивность сельского хозяйства и обостряется продовольственная проблема, так как ухудшается качество продуктов питания и, соответственно, растет заболеваемость человека, подавляется его иммунная система, нарушается наследственность. Существенное дестабилизирующее влияние на экологическую ситуацию в целом и на сельскохозяйственное производство в частности оказывают деградация и переруб лесных массивов, вследствие чего изменяется водный баланс почв и уменьшается продуцирование кислорода. Причем происходит это в планетарном масштабе: две трети мировых запасов леса уже уничтожены и вырубка превышает их восстановление. Оставшиеся лесные массивы уничтожаются со скоростью 20 га в минуту.

В Российской Федерации истребление леса идет с еще большей скоростью. Кроме того, в связи с развитием энергетики, электроники, радиотехники и транспорта увеличивается количество промышленных объектов, излучающих сильные электромагнитные спектры, усиливается также физическое воздействие (шумы, вибрации и т.д.) на биологические объекты.

Одновременно происходит постоянное истощение запасов пресной воды и увеличивается загрязнение почвенных и грунтовых вод, что ведет к ухудшению качества воды, используемой на питьевые цели и на орошение, и в конечном счете к дальнейшему усилению «давления» мутагенов на живую материю. Все это существенно ослабляет здоровье населения и нарушает экологическое равновесие в природе, т. е. проблема выживания населения в экологически напряженных условиях все более усложняется и требует срочного вмешательства законодательных и правовых органов. Таким

образом, вышеизложенные данные показывают, что в современных условиях самой уязвимой оказалась агросфера, от состояния которой во многом зависит эколого-генетическая безопасность Российской Федерации. На основании анализа и обобщения данных соответствующих литературных источников на территории РФ можно выделить 15 зон, в которых агросфера наиболее серьезно дестабилизирована:

• зона влияния последствий Чернобыльской катастрофы (Нечерноземная зона и другие прилегающие области);

• зона вокруг промышленных объектов Челябинской и Свердловской областей (территория загрязнения Восточно-Уральского радиоактивного следа – ВУРС);

• зона вокруг промышленных объектов Кольского полуострова (Мончегорск, Никель, Апатиты) и тундры (Норильск и др.);

• Башкортостан (пригороды Уфы, Стерлитамака, Салавата, Мелеуза, Благовещенска);

• Нижнее Поволжье – Саратовская, Волгоградская, Астраханская области, Прикаспийский Дагестан, Северная часть Каспийского моря;

• Кузбасс – Кемеровская область (пригороды Кемерова, Новокузнецка, Прокопьевска);

• зона Западно-Сибирского нефтегазового комплекса – северные и центральные районы Западной Сибири и Тюменско-Тобольского топливно-перерабатывающего комплекса;

• Иркутская область – особенно пригородные зоны Иркутска, Шелехова, Ангарска, Черемухова, Усолье-Сибирска, Братска, Усть-Илимска;

• сельскохозяйственные районы, примыкающие к Онежскому и Ладожскому озерам;

• зона Тульско–Щекинско–Новомосковская (где развита химическая промышленность, черная металлургия, энергетика);

• зона Магнитогорско–Орско–Троицкая (где развита черная и цветная металлургия);

• Горный Алтай (урановые рудники);

• зоны вокруг целлюлозно-бумажных производств – Архангельская и другие области;

• пригороды Абакана, Барнаула, Кургана, Комсомольска-на-Амуре, Красноярска, Новосибирска, Усть-Каменогорска, Хабаровска, Читы, Южного Сахалина, Омска, Оренбурга, Улан-Удэ и др. (азиатская часть России);

• пригороды Москвы (юго-восточная часть), Санкт-Петербурга, Калининграда, Грозного, Ростова-на-Дону, Липецка и др. (европейская часть России).

В указанных регионах отмечается не только чрезвычайная экологическая ситуация, но и наивысшая социально-демографическая напряженность и наибольшая угроза разрушения генетического потенциала высших организмов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие отрасли делится пищевая промышленность?
2. Назовите основные уязвимости сельского хозяйства.
3. Какие природные процессы наиболее опасны для предприятий сельского хозяйства?
4. Назовите регионы РФ, подвергшиеся радиоактивному заражению в процессе взрыва на Чернобыльской АС.
5. Какими радиоактивными изотопами заражены территории РФ после аварии на Чернобыльской АС?

Какие дозы радиоактивного заражения требуют рекультивации сельскохозяйственных земель?

Глава 5

ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ЧС

5.1. ЧС природного происхождения

Природные катастрофы страшны своей неожиданностью, за короткий промежуток времени они опустошают территорию, уничтожают жилища, имущество, коммуникации. За одной катастрофой, словно лавина, следуют другие: голод, инфекции, болезни. ЧС природного характера подразделяются на геологические, метеорологические, гидрологические, природные пожары, биологические и космические.

Все природные ЧС подчиняются некоторым общим закономерностям. Во-первых, для каждого вида ЧС характерна определенная пространственная приуроченность. Во-вторых, чем больше интенсивность (мощность) опасного природного явления, тем реже оно случается. В-третьих, каждому ЧС природного характера предшествуют некоторые специфические признаки (предвестники). В-четвертых, при всей неожиданности той или иной природной ЧС ее проявление может быть предсказано.



Рис. 5.1. Классификация ЧС природного характера

Наконец, в-пятых, во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей (рис. 5.1).

Говоря о природных ЧС, следует подчеркнуть роль антропогенного фактора на их проявление. Известны многочисленные случаи нарушения равновесия в природной среде в результате деятельности человечества, приводящие к усилению опасных воздействий.

В настоящее время масштабы использования природных ресурсов существенно возросли, в результате стали ощутимо проявляться черты глобального экологического кризиса. Проявляется диалектическая сущность природных процессов, реализуется физический принцип Ле-Шателье, когда природа противодействует попыткам человека нарушить естественный ход событий. Природа как бы мстит человеку за грубое вторжение в ее владения. Это обстоятельство следует иметь в виду при осуществлении хозяйственной деятельности. Соблюдение природного равновесия является важнейшим профилактическим фактором, учет которого позволит сократить число природных ЧС.

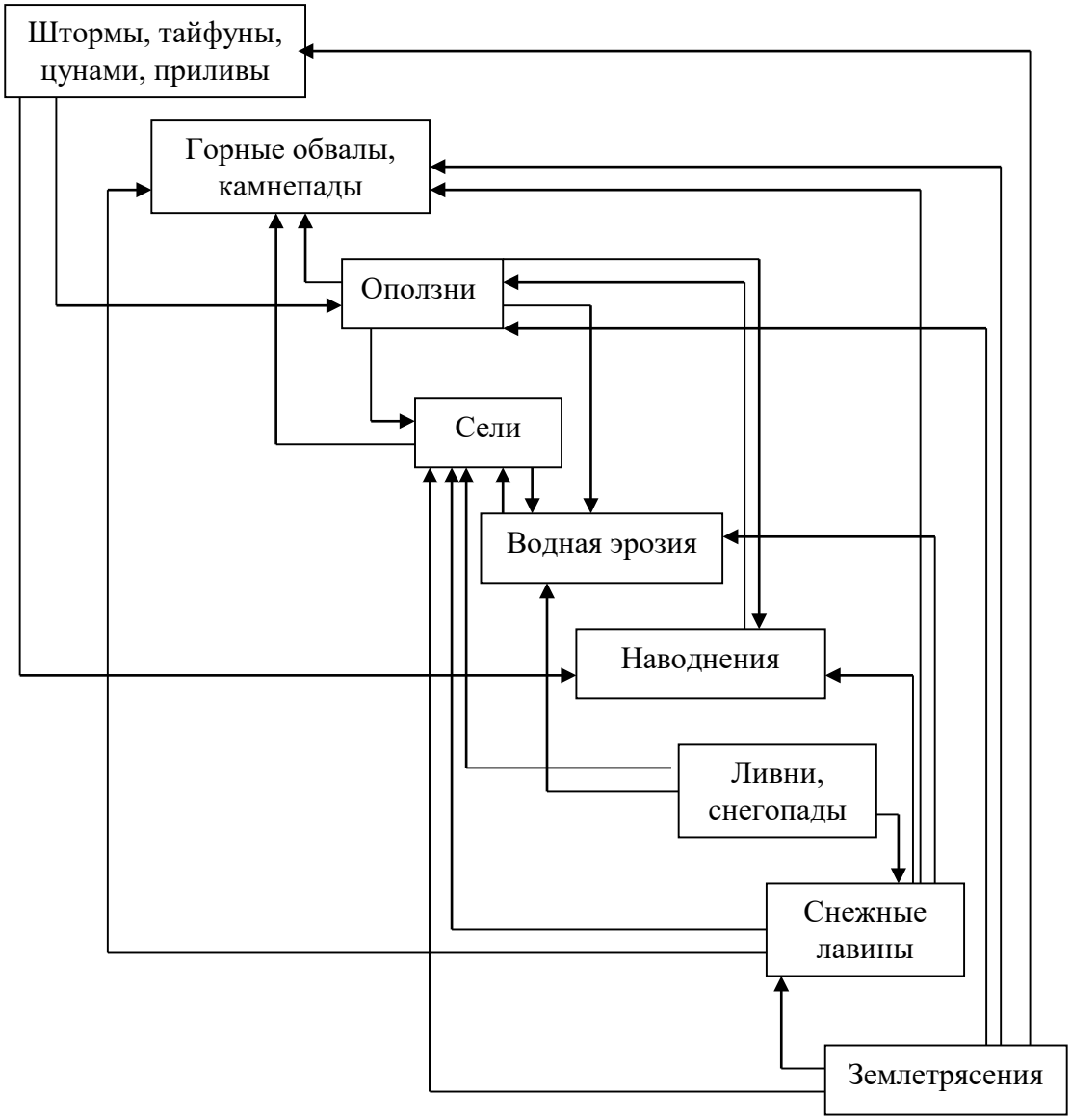


Рис.5.2. Схема взаимодействия природных стихийных явлений

Между всеми природными катастрофами существует тесная взаимосвязь. Наиболее тесная зависимость имеется между землетрясением и цунами. Тропические циклоны почти всегда вызывают наводнения. Землетрясения вызывают пожары, взрывы газа, прорывы плотин вулканические извержения – отравления пастбищ, гибель скота, голод. Паводок приводит к загрязнению почвенных вод, отравлению колодцев, инфекциям, массовым заболеваниям.

На рис. 5.2 приведена схема взаимодействия природных стихийных явлений. Планируя защитные меры против природных катастроф, необходимо максимально ограничить вторичные последствия и путем ответствующей подготовки постараться их полностью исключить.

Предпосылкой успешной защиты от природных ЧС является изучение их причин и механизмов. Зная развитие процессов, можно их предсказывать. А своевременный и точный прогноз опасных явлений является важнейшим условием эффективной защиты.

ЧС геологического характера

К геологическим стихийным бедствиям относятся землетрясения, извержение вулканов, оползни, сели, снежные лавины, обвалы, осадки земной поверхности в результате карстовых явлений.

Землетрясения – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Землетрясения происходят в виде толчков, которые включают *форшоки*, *главный толчок* и *афтершоки*. Число толчков и промежутки времени между ними могут быть самыми различными. Главный толчок характеризуется наибольшей силой. Продолжительность главного толчка обычно несколько секунд, но субъективно людьми воспринимается сравнительно длительной.

По данным психиатров и психологов, изучавших землетрясения, афтершоки иногда производят более тяжелое психологическое воздействие, чем главный толчок. У людей под воздействием афтершоков возникало ощущение неотвратимости беды, и они, скованные страхом, бездействовали, вместо того чтобы искать безопасное место и защищаться.

Очаг землетрясения – это некоторый объем в толще Земли, в пределах которого происходит высвобождение энергии. *Центр очага* – условная «точка», именуемая *гипоцентром,* или *фокусом*. Физическая природа землетрясений сегодня достаточно очевидна, сейсмические волны (землетрясения) являются следствием хрупких деформаций литосферы, которые реализуются не в точке. Их геометрическая форма отвечает плоскости разлома, которая на поверхности земли не может быть точкой. Поэтому изолинии одинаковой мощности землетрясений (*изосейсты*) должны иметь форму эллипсов, а не изометричных колец. Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется *эпицентром и* при объективной

оценке он также должен обозначаться в виде эллипса, а не точки. Вокруг эпицентра происходят наибольшие разрушения.

Ежегодно на земном шаре регистрируют сотни тысяч землетрясений. Однако большинство из них слабые, и мы их не замечаем. Силу землетрясения оценивают по интенсивности разрушений на поверхности Земли.

В 1935 г. профессор Калифорнийского технологического института Ч. Рихтер предложил оценивать энергию землетрясения *магнитудой* (от лат. magnitudo – величина). Шкала Рихтера – сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. Магнитуда самых сильных землетрясений по шкале Рихтера не превышает 9 баллов (табл.5.1).

Табл.5.1. Шкала Рихтера, характеризующая величину М (магнитуда) землетрясений

Баллы	Последствия землетрясений
0	Слабое землетрясение, которое может быть зарегистрировано с помощью приборов
1	Не ощущаются людьми
2	Ощущается в верхних этажах зданий и сооружений
2,5-3,0	Ощущается во всем здании; подвешенные предметы качаются. Ежегодно регистрируют приблизительно 100 000 таких землетрясений
3,5	Раскрываются и закрываются двери, окна, позванивают стекла
4-4,5	Ощущается вне помещений, появляется рябь на поверхности луж и водоемов. Вблизи эпицентра могут наблюдаться небольшие повреждения
5	Соответствует энергии одной атомной бомбы. Ощущается всеми: потеря равновесия идущими людьми, разбиваются стекла, растрескивается штукатурка, звонят колокола
6	В ограниченной области может вызвать значительный ущерб. Ежегодно таких землетрясений происходит примерно 100, человеку трудно устоять на ногах, начинают разрушаться сейсмически не стойкие здания
6,5	Появление трещин на земле, падают карнизы и памятники с постаментов
7	Сильные землетрясения: всеобщая паника, серьезные разрушения строений, разрыв трубопроводов под землей, значительные трещины на земле
7,5	Разрушения большей части строений, оползни
8	Железнодорожные, трамвайные колеи сильно отклоняются, подземные трубопроводы полностью выходят из строя
8,6	Энергия в 1 000 000 раз превышает энергию одной атомной бомбы
9	Почти полное разрушение зданий, движение больших масс, скальных пород, предметы летают в воздухе

Магнитуда землетрясений – условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением. Магнитуда пропорциональна логарифму энергии землетрясений и позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии.

На территории России примерно 30 % районов сейсмоопасны. Районы возможных 9-балльных землетрясений находятся в Прибайкалье, на Камчатке и Курильских островах, 8-балльных – в Южной Сибири и на Северном Кавказе.

Землетрясения случаются на земной поверхности неравномерно. Анализ сейсмических, географических данных позволяет наметить те области, где следует ожидать землетрясения в будущем и оценить их интенсивность. В этом состоит сущность сейсмического районирования. Карта сейсмического районирования – это официальный документ, которым должны руководствоваться проектирующие и планирующие хозяйственную деятельность организации.

Еще не решена проблема прогноза, т. Е. определения времени будущего землетрясения. Основной путь к решению этой проблемы – регистрация «предвестников» землетрясения – слабых предварительных толчков (форшоков), деформации земной поверхности, изменений параметров геофизических полей. Значение временных координат потенциального землетрясения во многом определяет эффективность мероприятий по защите во время землетрясений.

В районах, подверженных землетрясениям, осуществляется сейсмостойкое или антисейсмическое строительство. Это значит, что при проектировании и строительстве учитываются возможные воздействия на здания и сооружения сейсмических сил. Требования к объектам сейсмических районов установлены в строительных нормах и правилах (СниП II-А.12-69) и других документах. По принятой в РФ 12-балльной шкале опасными для зданий и сооружений считают землетрясения с интенсивностью в 7 баллов и более. Строительство в районах с сейсмичностью, превышающей 9 баллов, неэкономично. Поэтому в правилах и нормах указания ограничены районами 7-9-балльной сейсмичности.

Обеспечение полной сохранности зданий во время землетрясений обычно требует больших затрат на антисейсмические мероприятия, что в некоторых случаях практически неосуществимо. Учитывая, что сильные землетрясения происходят редко, нормы допускают возможность повреждения элементов, не представляющих угрозы для жизни людей.

Проблема защиты от землетрясений стоит очень остро. Различают две группы антисейсмических мероприятий:

• предупредительные и профилактические мероприятия, осуществляемые до возможного землетрясения (изучение природы землетрясений, раскрытие его механизма, идентификация предвестников, разработка методов прогноза);

• мероприятия, осуществляемые непосредственно накануне, а также во время и после землетрясения.

Исследования природы землетрясений помогают разрабатывать методы предотвращения и прогноза этого опасного явления. Очень важно выбирать места для расположения населенных пунктов и предприятий с учетом сейсмостойкости района. Удаленность от очага – лучшее средство при решении вопросов безопасности при землетрясениях. Если строительство все-таки приходится вести в сейсмоопасных районах, то необходимо учитывать требования соответствующих правил и норм (СниПов), которые сводятся в основном к усилению конструкции зданий и сооружений.

Эффективность действий в условиях землетрясений зависит от уровня организации аварийно-спасательных работ и обученности населения, эффективности системы оповещения.

*Вулканическая деятельность – это с*овокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности.

Магма (от греч. Magma – густая мазь) – это расплавленная масса преимущественно силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли. Достигая земной поверхности, магма извергается в виде лавы.

Лава – отличается от магмы отсутствием газов, улетучивающихся при извержении. Вулканы (по имени бога огня Вулкана) представляет геологические образования, возникающие над каналами и трещинами в земной коре, по которым извергается на земную поверхность магма.

Обычно вулканы – это отдельные горы, сложенные из продуктов извержения. Магматические очаги находятся в мантии на глубине 50-75 км или в глубине земной коры.

Вулканы подразделяются на *действующие*, *уснувшие* и *потухшие*.

К *уснувшим* относятся вулканы, об извержении которых нет сведений, но они сохранили свою форму, и под ними происходят локальные землетрясения.

Потухшие – это вулканы без какой-либо вулканической активности.

Извержение вулканов бывает *длительными* и *кратковременными*. Продукты извержения (газообразные, жидкие, твердые) выбрасываются на высоту 1-5 км и переносятся на большие расстояния. Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная ночной. Объем излившейся лавы достигает десятков кубических километров. Извержение вулкана Везувия полностью уничтожила Помпею. Толщина слоя вулканического пепла, покрывшего этот город, достигла 8 м. Вулканические извержения угрожают тем жителям Земли, которым грозят и землетрясения. Около 200 млн. человек проживают в опасной близости к действующим вулканам

Замечена взаимозависимость вулканической деятельности и землетрясений. Сейсмические толчки, как правило, обозначают начало извержения. При этом опасность представляют лавовые фонтаны, потоки горячей лавы, раскаленные газы. Взрывы вулканов могут инициировать оползни, обвалы, лавины, а на морях и в океанах – цунами.

Профилактические мероприятия состоят в изменении характера землепользования, в строительстве дамб, отводящих потоки лавы, в бомбардировке лавового потока для перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую массу и др.

Оползень – скользящее смещение вниз по уклону под действием сил тяжести масс грунта, формирующих склоны холмов, гор, речные, озерные и морские террасы.

Оползни возникают при нарушении устойчивости склона. Силы связанности грунтов или горных пород оказываются в какой-то момент меньше силы тяжести, и вся масса приходит в движение. Оползни не являются катастрофическими процессами, при которых гибнут люди, но ущерб, наносимый ими народному

хозяйству, значителен: разрушаются жилища, повреждаются коммуникационные тоннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети.

Оползни могут быть вызваны различными факторами:

• обводненность грунта;
• изменение вида насаждений;
• уничтожение растительного покрова;
• выветривание;
• сотрясения.

При сильных землетрясениях всегда возникают оползни. По *скорости смещения* склоновые процессы делятся на медленные, средние и быстрые. Только быстрые оползни могут стать причиной настоящих катастроф с сотнями жертв.

По *механизму оползневого процесса* выделяют сдвиг, выдавливания, гидравлический вынос.

По *глубине залегания поверхностного скольжения* различают оползни поверхностные – до 1 м, мелкие – до 5 м, глубокие – до 20м, очень глубокие – свыше 20 м.

По *мощности*, вовлекаемой в процесс массы горных пород, оползни распределяют на малые – до 10 тыс. м^3, крупные – от 101 до 1 000 тыс., очень крупные – свыше 1000 тыс. м^3.

Самый крупный оползень произошел 1911 г. На Памире. Сильное землетрясение вызвало гигантский оползень в 2,5 км^3 рыхлого материала.

Самый трагический оползень был в 1920 г. В провинции Кансу в Китае. На Лессовом плато произошло сильное землетрясение, и склоны стали неустойчивыми. Тысячи кубических метров леса завалили долины, засыпали города и селения, что привело к гибели 200 тыс. человек.

Сели – это кратковременные бурные паводки на горных реках, имеющие характер грязекаменных потоков. Причинами селей могут быть землетрясения, обильные снегопады, ливни, интенсивное таяние снега. Основная опасность – это огромная кинетическая энергия грязеводных потоков, скорость движения которых может достигать 20 км/ч.

По мощности селевые потоки делят на группы: *мощные* (вынос более 100 тыс. м^3 селевой массы), *средней мощности* (от 10 до 100 тыс. м^3), *слабой мощности* (менее 10 тыс. м^3). Селевые потоки проходят внезапно, быстро нарастают и продолжаются обычно от 1 до 3 ч, иногда 6-8 ч. Сели прогнозируют по результатам наблюдений за прошлые годы и метеорологических прогнозов.

К профилактическим противоселевым мероприятиям можно отнести гидротехнические сооружения (селезадерживающие, селенаправляющие и др.), спуск талой воды, закрепление растительного слоя на горных склонах, лесопосадочные работы, регулирование рубки леса и др. В селеопасных районах создают автоматические системы оповещения о селевой угрозе и разрабатывают соответствующие планы мероприятий.

Лавина – это снежный обвал, масса снега, падающая или сползающая с горных склонов под влиянием какого-либо воздействия и увлекающая на своем пути новые массы снега. В Европе ежегодно лавина разного вида уносит в среднем около 100

человеческих жизней. Одной из побудительных причин лавины может быть землетрясение. Снеговые лавины распространенны в горных районах. По характеру движения лавины делятся на *склоновые*, *лотковые* и *прыгающие*. Опасность лавины заключается в большой кинетической энергии лавинной массы, обладающей огромной разрушительной силой.

Лавины образуются на безлесных склонах, крутизной, начиная от 15^{o} и более. Оптимальные условия для образования лавин на склонах в 30-40^{o}. При крутизне более 50^{o} снег осыпается к подножию склона, и лавины не успевают сформироваться при слое свежевыпавшего снега в 30 см, а старого – более 70 см. Скорость схода лавины может достигать 100 м/с, в среднем – 20-30 м/с. Точный прогноз времени схода лавин затруднен, но при детальном мониторинге возможен.

Противолавинные профилактические мероприятия делятся на *пассивные* и *активные*. *Пассивные* способы состоят в использовании опорных сооружений, дамб, лавинорезов, надолбов, снегоудерживающих щитов, а также посадок леса. *Активные* методы заключаются в искусственном провоцировании схода лавины в заранее выбранное время и при соблюдении мер безопасности. С этой целью обстреливают головные части потенциальных срывов лавины разрывными снарядами, организуют взрывы направленного действия. В последнее время эффективно используют сильные источники звука.

ЧС метеорологического характера

ЧС метеорологического характера могут быть вызваны следующими причинами:

• ветром, в том числе бурей, ураганом, смерчем (при скорости 25 м/с и более, для арктических и дальневосточных морей – 30 м/с и более);

• сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч и более, а в горных, селевых и ливнеопасных районах – 30 мм и более за 12 ч);

• крупным градом (при диаметре градин 20 мм и более);

• сильным снегопадом (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч);

• сильными метелями (скорость ветра 15 м/с) и более;

• пыльными бурями;

• заморозками (при понижении температуры воздуха в вегетационный период на поверхности почвы ниже 0^{o});

• сильными морозами или сильной жарой.

Эти природные явления кроме смерчей, града и шквалов приводят к стихийным бедствиям, как правило, в трех случаях: когда они происходят на одной трети территории области (края, республики), охватывают несколько административных районов и продолжаются не менее 6 ч.

Циклоны и антициклоны. Атмосфера Земли неоднородна. Состав атмосферы у поверхности Земли: 78,1 % азота, 21 % кислорода, 0,9 % аргона, в незначительных долях процента углекислый газ, водород, гелий, неон и другие газы. В нижних слоях атмосферы на уровне 20 км содержится водяной пар. На высоте 25-30 км расположен слой озона, который предохраняет живые организмы от вредного

коротковолнового излучения. Выше 100 км молекулы газов разлагаются на атомы и ионы, образуя ионосферу.

Неравномерность нагревания способствует общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли. Движение воздуха относительно Земли называют *ветром*. Сила ветра оценивается по шкале Бофорта (табл. 5.2)

Таблица 5.2

Сила ветра у земной поверхности по шкале Бофорта
(на стандартной высоте 100 м над открытой ровной поверхностью)

Баллы	Определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
1	2	3	4	5
0	Штиль	0-0,2	Штиль. Дым поднимается вертикально	Зеркально гладкое море
1	Тихий	0,3-1,5	Направление ветра заметно по относу дыма, но не по флюгеру	Рябь, пены на гребнях нет
2	Легкий	1,6-3,3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер	Короткие волны, гребни не опрокидываются
3	Слабый	3,4-5,4	Листья и тонкие ветки деревьев колышутся, ветер развевает флаги	Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидываясь, образуют стекловидную пену, изредка видны малые белые барашки
4	Умеренный	5,5-7,9	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветки деревьев	Волны удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	Свежий	8,0-10,7	Качаются тонкие стволы деревьев, на воде появляются волны с гребнями	Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (иногда образуются брызги)
6	Сильный	10,8-13,8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода	Начинают образовываться крупные волны. Белые пенистые гребни занимают всю акваторию значительные площади
7	Крепкий	13,9-17,1	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно	Волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	Очень крепкий	17,2-20,7	Ветер ломает сучья деревьев, идти	Умеренно высокие длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги.

			против ветра очень трудно	Полосы пены ложатся рядами по направлению ветра
9	Шторм	20,8-24,4	Небольшие повреждения; ветер срывает дымовые колпаки и черепицу	Высокие волны. Пена широкими плотными полосами ложится по ветру. Гребни волн начинают опрокидываться и рассыпаться в брызги
10	Сильный шторм	24,5-28,4	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем. На суше бывает редко	Очень высокие волны с длинными загибающимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых белых полос. Поверхность моря белая от пены. Сильный грохот волн подобен ударам. Видимость плохая
11	Жестокий шторм	28,5-32,6	Большие разрушения на значительном пространстве	Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размера временами скрываются из вида. Море все покрыто длинными белыми хлопьями пены. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая
12	Ураган	32,7 и более	Полные разрушения	Воздух наполнен пеной и брызгами. Море все покрыто полосами пены. Очень плохая видимость

Движение воздуха направлено от высокого давления к низкому. Область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре называется *циклоном*. Циклон в поперечнике достигает нескольких тысяч километров. В Северном полушарии ветры в циклоне дуют против часовой стрелки, а в Южном – по часовой. Погода при циклоне преобладает пасмурная, с сильными ветрами.

Ураганы подразделяют на *тропические* и *внетропические*. Тропическими называют ураганы, зарождающиеся в тропических широтах, а внетропическими – вне их. Кроме того, тропические ураганы часто подразделяют на ураганы, зарождающиеся над Атлантическим океаном и над Тихим. Ураганы в пределах тихоокеанской акватории принято называть *тайфунами*.

Размеры ураганов различны. Обычно за ширину урагана принимают ширину зоны катастрофических разрушений. Часто к этой зоне прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями. Тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000 км. Для

тайфунов полоса разрушений обычно составляет 15-45 км. Средняя продолжительность урагана – 9-12 дней.

Ураганы являются одной из самых мощных сил стихии и по своему пагубному воздействию не уступают таким страшным стихийным бедствиям, как землетрясения. Это объясняется тем, что ураганы несут в себе колоссальную энергию. Ее количество, выделяемое средним по мощности ураганом в течение одного часа, равно энергии ядерного взрыва в 36 гигатонн.

Ураганный ветер разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередачи и связи, повреждает транспортные магистрали и мосты, ломает и вырывает с корнем деревья, повреждает и топит суда, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях в производстве. Известные случаи, когда ураганный ветер разрушал дамбы и плотины, что приводило к большим наводнениям, сбрасывал с рельсов поезда, срывал с опоры мосты, валил фабричные трубы, выбрасывал на сушу корабли. Ураганы часто сопровождаются сильными ливнями, которые опаснее самого урагана, так как являются причиной селевых потоков и оползней.

Буря – это ветер, скорость которого меньше скорости урагана. Однако она довольно велика и достигает 15-20 м/с. Убытки и разрушения от бурь существенно меньше, чем от ураганов. Сильную бурю иногда называют *штормом*.

Кратковременные усиления ветра до скоростей 20-30 м/с называют *шквалами*.

Бури различают *вихревые* и *потоковые*. *Вихревые бури* представляют собой сложные вихревые образования, обусловленные циклонической деятельностью и распространяющиеся на большие площади. *Потоковые бури* – это местные явления небольшого распространения. Они своеобразны, обособленны и уступают вихревым бурям. Вихревые бури бывают пыльные, снежные и шквальные. Зимой они превращаются в снежные. В России такие бури часто называют пургой, бураном, метелью.

Пыльные бури – это атмосферные возмущения, при которых в воздух вздымается большое количество пыли, перенесенной на значительные расстояния. Пыльные бури вызывают удушье и приводят к болезни, от них в значительной мере страдает техника, они могут разносить опасных паразитов. Пыльным бурям подвержены несколько областей Земли, в основном это пустыни.

Как правило, пыльные бури проходят при неустойчивой погоде, при прохождении атмосферных фронтов. Пустыня как бы предупреждает о надвигающейся пыльной буре. Сначала спасаются бегством животные, всегда в противоположном буре направлении. Затем у горизонта появляется черная полоса, которая расширяется на глазах. За несколько минут она затягивает весь небосвод. Внутри бури видимость ничтожна, понижается температура, а за несколько минут до бури обычно начинается дождь.

Шквальные бури возникают, как правило, внезапно, а по времени крайне непродолжительны (несколько минут). Например, в течение 10 мин скорость ветра может возрасти с 3 до 31 м/с.

Потоковые бури подразделяют на стоковые и струевые. При *стоковых* поток воздуха движется по склону сверху вниз. *Струевые* характерны тем, что поток

воздуха движется горизонтально или вверх по склону. Проходят они чаще всего между цепями гор, соединяющих долины.

Смерч – это атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и затем распространяющийся в виде темного рукава или хобота по направлению к поверхности суши или моря.

В верхней части смерч имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаками. Когда смерч опускается до земной поверхности, нижняя часть его иногда расширяется и напоминает опрокинутую воронку. Высота смерча может достигать 800-1500 м. Воздух в смерче вращается и одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду. В связи с тем, что внутри вихря давление уменьшается, происходит конденсация водяного пара. Пыль и вода делают смерч видимым. Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, над сушей – сотнями метров.

Смерч возникает обычно в теплом секторе циклона и движется вместе с циклоном со скоростью 10-20 м/с. Смерч проходит путь длиной от 1 до 60 км. Смерч сопровождается грозой, дождем, градом и, если достигает поверхности земли, почти всегда производит большие разрушения, всасывает воду и предметы, встречающиеся на его пути, поднимает их высоко вверх и переносит на большие расстояния. Смерч на море представляет опасность для судов.

Смерч над сушей называют *тромбами*, в США – *торнадо.* Как и ураганы, смерчи опознают со спутников погоды. В России смерчи чаще всего происходят в центральных областях, Поволжье, на Урале, в Сибири, на побережье и акваториях Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей. Статистика зарегистрировала смерчи вблизи городов Арзамаса, Мурома, Курска, Вятки и Ярославля.

Крайне сложно прогнозировать место и время появления смерча, поэтому большей частью они возникают для людей внезапно и предсказать их последствия тем более невозможно.

ЧС гидрологического характера

ЧС гидрологического характера подразделяют на бедствия, вызываемые:

• высоким уровнем воды – наводнения, при которых происходит затопление пониженных частей городов и населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, повреждение промышленных и транспортных объектов;

• низким уровнем воды, когда нарушается судоходство, водоснабжение городов и народнохозяйственных объектов, оросительных систем;

• селями (при прорыве завальных и моренных озер, угрожающих населенным пунктам, дорожным и другим сооружениям);

• снежными лавинами (при угрозе населенным пунктам, автомобильным и железным дорогам, линиям электропередач, объектам промышленности и сельского хозяйства);

• ранним ледоставом и появлением льда на судоходных водоемах.

К этой группе ЧС можно отнести и морские гидрологические явления – цунами, сильные волнения на морях и океанах, напор льдов.

Значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемого различными причинами, называется наводнением.

Наводнение – наиболее распространенная природная опасность. Наводнение на реке происходит от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков. Наводнения нередко вызывают загромождение русла льдом при ледоходе (затор) или закупоривание русла внутренним льдом под неподвижным ледяным покровом и образование ледяной пробки (зажор). Наводнения нередко возникают под действием ветров, нагоняющих воду с моря и вызывающих повышение уровня за счет задержки в устье приносимой рекой воды. Эти наводнения называют *нагонными*. Наводнения такого типа наблюдались в дельте Невы (1824 и 1924 гг.), в Голландии, Англии, Германии и других регионах земного шара.

На морских побережьях и островах наводнения могут возникнуть в результате затопления волной, образующейся при землетрясениях, извержениях вулканов, цунами. Наводнения угрожают ¾ земной суши. Глобальное потепление и обильные дожди стали причиной наводнений в европейских странах и на юге России летом 2002 года. Специалисты считают, что людям грозит опасность, когда слой воды достигает 1 м, а скорость потока превышает 1 м/с. Подъем воды на 3 м уже приводит к разрушению домов. Наводнение часто причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения и приводит к гибели людей.

Различают такие понятия, как половодье и паводок.

Половодьем называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды. В России оно увязывается с весенним снеготаянием.

Паводок – сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня вод, которое может проявляться в разное время года.

Ветер – не единственная причина наводнения. Иногда и при полном безветрии происходят наводнения. Причина – длинные волны, возникающие в море под влиянием циклона. Длинная волна со скоростью 5-60 км/ч движется в Финский залив, становясь на мелководье и в сужающемся заливе более высокой, и препятствует речному стоку. При одновременном действии всех возможных факторов подъем уровня воды в дельте Невы может достичь 550 см. Гибель людей во время наводнений, огромный материальный ущерб, приносимый ими, заставляют людей изучать эти явления и изыскивать способы защиты от них.

Наводнения на реках по высоте подъема воды, площади затопления и величине ущерба делят на *низкие* (малые), *высокие* (средние), *выдающиеся* (большие) и *катастрофические.*

Частота наводнений различна в различных регионах. Низкие наводнения повторяются через 5-10 лет, высокие – через 20-25 лет, выдающиеся – через 50-100

лет, катастрофические не чаще одного раза в 100-200 лет. Продолжительность наводнений – от нескольких до 80-90 дней.

Заторы и зажоры на реках

Затор – это скопление льда в русле, ограничивающее течение реки, в результате чего происходит подъем воды и ее разлив. Затор образуется обычно в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова. Состоит он из крупных и мелких льдин.

Зажор – явление, сходное с затором льда. Однако, во-первых, зажор состоит из скопления рыхлого льда (шуга, небольшие льдинки), тогда как затор есть скопление крупных и небольших льдин. Во-вторых, зажор льда наблюдается в начале зимы, в то время как затор – в конце зимы и весной.

Главная причина образования затора – задержка процесса вскрытия льда на тех реках, где кромка ледяного покрова весной смещается сверху вниз по течению. Движущийся сверху раздробленный лед встречает на пути еще не нарушенный ледяной покров. Последовательность вскрытия реки сверху вниз по течению - необходимое, но недостаточное условие возникновения затора льда. Основное условие создается только тогда, когда поверхностная скорость течения воды при вскрытии значительна (0,6-0,8 м/с и более). Различные русловые препятствия, например крутые повороты, сужения, острова, изменение уклона поверхности от большего к меньшему, лишь усиливают процесс. Заторы являются характерной особенностью наших сибирских рек (Обь, Енисей, Лена), текущих с юга на север. Мощные и частые заторы льда образуются на реках, вскрытие которых происходит сверху вниз по течению. Фронт тепла, движущийся с юга на север, вскрывает реки сначала в их верховьях, в то время как северные районы еще скованы крепкими морозами. Поэтому льдины постоянно затормаживаются покровом скованных морозом рек в северных широтах. В меньшей степени такие процессы характерны для рек, текущих с севера на юг (Волга, Днепр и др.), где естественное таяние начинается в устьях и постепенно прослеживается на север.

Зажоры образуются на реках в период формирования ледяного покрова. Необходимым условием образования является возникновение в русле внутриводного льда и его вовлечение под кромку ледяного покрова. Решающее значение имеет поверхностная скорость течения (более 0,4 м/с), а также температура воздуха в период замерзания. Зажоры образуются на островах, отмелях, валунах, крутых поворотах, в местах сужения русла.

Главным критерием при классификации заторов или зажоров является их мощность. Они подразделяются на *катастрофически мощные, сильные, средние и слабые.* Катастрофически мощный затор, или зажор определяется так: к рассчитанному максимальному уровню весеннего половодья добавляют 5 м и более; для сильных – от 3 до 5 м, средних – 3 м и меньше. При слабых заторах и зажорах в величины наивысших уровней воды весеннего половодья поправки не вводятся.

Применяется также такая характеристика, как продолжительность затора или зажора. Затор льда – явление кратковременное. Высокий уровень держится обычно от 0,5 до 1,5 суток. Бывали случаи и более длительного стояния, но они всегда связаны с похолоданием и сокращением стока воды. Период подъема зажорного уровня более длительный, до 3 суток. Спад уровня обычно происходит за 10-15 суток.

Другой часто особенностью заторов и зажоров служит повторяемость этих явлений. Здесь колебания весьма велики. В одних местах они повторяются через 2-5 лет, в других – значительно реже. Непосредственная опасность этих явлений заключается в резком подъеме воды и в значительных пределах. Вода выходит из берегов и затопляет прилегающую местность, кроме того, опасность представляют и навалы льда на берегах высотой до 15 м, которые часто разрушают прибрежные сооружения.

Зажорные явления связаны с более тяжелыми последствиями, так как они происходят в начале, а иногда и в середине зимы и могут длиться до 1,5 месяцев. Разлившаяся вода замерзает на полях и в других местах, усложняя тем самым ликвидацию последствий такого стихийного бедствия.

Места образования заторов льда можно разделить на постоянные и непостоянные. Постоянные места известны, непостоянные – известны меньше, и большей частью это крутые повороты рек в сочетании с сужением русла. По частоте зажорных наводнений и величине подъема воды первенство принадлежит двум самым крупным озерным рекам – Ангаре и Неве.

Нагоны – это подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность. Такие явления случаются в морских устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах. Ветровой нагон, так же как половодье, затор, зажор, является стихийным бедствием, если уровень воды настолько высок, что происходит затопление населенных пунктов, повреждение промышленных и транспортных объектов, посевов сельскохозяйственных культур. Главное условие возникновения нагонов – сильный и продолжительный ветер, который характерен для глубоких циклонов. Основной характеристикой, по которой можно судить о величине нагона, является нагонный подъем уровня воды, обычно выражающийся в метрах. Другими величинами служат глубина распространения нагонной волны, площадь и продолжительность затопления.

На величину нагонного уровня влияют скорость и направление ветра. Для морских устьев рек общее – это совпадение нагона по времени с приливом или отливом. Соответственно, уровень повысится или понизится. Чем меньше уклон водной поверхности и больше глубина реки, тем на большее расстояние распространяется нагонная волна. Вот почему на крупных реках с малым уклоном волна распространяется на значительно большие расстояния, чем на малых.

Нагонные наводнения нередко охватывают большие территории. Продолжительность затопления обычно колеблется от нескольких десятков часов до нескольких суток. Чем крупнее водоем и меньше его глубина, тем больших размеров достигают нагоны.

Величины подъема уровня при нагонах с повторяемостью примерно один раз в 15-20 лет следующие: на озерах Сегозеро, Байкал – 0,20-0,25 м, Белое, Чудское, Ильмень – 0,5-0,6 м, Онежское – 0,7-1,0 м, Азовском море – 1,0-1,5 м, Каспийском море – 2,0-2,5 м. А в 1952 г. в районах Махачкалы вода поднималась до 4,5 м.

По величине подъема уровня, повторяемости и материальному ущербу нагонные наводнения в устье реки Невы в пределах Санкт-Петербурга занимают первое место в России. Наводнения здесь возникают во все времена года, в том числе и зимой, но самые опасные – осенние. На них приходится до 70 %, включая и катастрофические.

Цунами – это гравитационные волны очень большой длины, возникающие в результате сдвига вверх или вниз протяженных участков дна при сильных подводных землетрясениях, реже вулканических извержениях. Из-за малой сжимаемости воды и быстроты процесса деформации участков дна опирающийся на них столб воды смещается, не успевая растечься, в результате чего на поверхности воды образуется некоторое возвышение или понижение. Образовавшееся возмущение переходит в колебательное движение толщи воды, распространяющееся со скоростью 50-1000 км/ч. Расстояние между соседними гребнями волн находится в пределах 5-1500 км. Высота волн в области их возникновения находится в пределах 0,1-5 м, у побережья – до 10 м, а в клинообразных бухтах, долинах рек – свыше 50 м. В глубь суши цунами могут распространяться до 3 км. Известно более 1000 случаев цунами, причем примерно 100 из них с катастрофическими последствиями.

Основной район, где проявляются цунами, – побережье Тихого океана и Атлантический океан (80 % случаев), реже Средиземное море. Цунами очень быстро достигают берега. Обладая большой энергией, волны производят большие разрушения и представляют угрозу для людей. Надежной защиты от цунами нет. Однако частично защищают волнорезы, молы, насыпи, гавани. Цунами для судов в открытом море не опасно.

Существенное значение для защиты населения от цунами имеют службы предупреждения о приближении волн, основанные на опережающей регистрации землетрясений береговыми сейсмографами.

Природные пожары

В понятие *природные пожары* входят лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные и подземные пожары горючих ископаемых. Мы остановимся только на лесных пожарах как наиболее распространенном явлении, приносящем колоссальные убытки и порой к человеческим жертвам.

Лесные пожары – это неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории. Явление совсем не редкое. Такие бедствия происходят, к сожалению, ежегодно и во многом зависят от человека.

Лесные пожары при сухой погоде и ветре охватывают значительные пространства. При жаркой погоде, если дождей не бывает в течение 15-18 дней, лес

становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар, быстро распространяющийся по лесной территории.

От грозовых разрядов и самовозгорания торфяной крошки происходит ничтожно малое количество возгораний. В 90-97 % случаях из 100 виновниками возникновения пожара оказываются люди, не проявляющие должной осторожности при пользовании огнем в местах работы и отдыха. Доля пожаров от молнии составляет не более 2 % общего количества.

В отдельных районах Сибири и Дальнего Востока в весенний период основной причиной возникновения пожаров являются сельскохозяйственные палы, которые проводятся для уничтожения прошлогодней сухой травы и обогащения почвы зольными элементами. При плохом контроле огонь часто уходит в лес. В районе лесозаготовок пожары возникают главным образом весной при очистке лесосек огневым способом – сжиганием порубочных остатков. В середине лета значительное число пожаров возникает в местах сбора ягод и грибов.

Лесные пожары классифицируются по характеру возгорания, скорости распространения и размеру площади, охваченной огнем. В зависимости от характера воздействия и состава леса пожары подразделяют на *низовые*, *верховые*, *почвенные*. Почти все пожары в начале развития носят характер *низовых* и, если создаются определенные условия, переходят в верховые или почвенные.

Важнейшими характеристиками являются *скорость распространения* низовых и верховых пожаров, глубина прогорания подземных. Поэтому пожары подразделяют на *слабые*, *средние* и *сильные*. По скорости распространения огня низовые и верховые подразделяют на *устойчивые* и *беглые*. Скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 м/мин, среднего – от 1 до 3 м/мин, сильного – свыше 3 м/мин. Слабый верховой пожар имеет скорость до 3 м/мин, средний – до 100 м/мин, сильный – свыше 100 м/мин. Слабым подземным (почвенным) считается такой пожар, у которого глубина прогорания не превышает 25 см, средним – от 25 до 50 см, сильным – более 50 см.

Интенсивность горения зависит от состояния запаса горючих материалов, уклона местности, времени суток, особенно силы ветра. Поэтому при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может сильно меняться.

Беглые низовые пожары характеризуются быстрым продвижением кромки огня, когда горят сухая трава и опавшие листья. Они чаще происходят весной и преимущественно в травянистых лесах, обычно не повреждают взрослые деревья, но часто создают угрозу возникновения верхового. При устойчивых пожарах кромка подвигается медленно, образуется много дыма, что указывает на гетерогенный характер горения. Они типичны для второй половины лета.

Большой ущерб наносят верховые пожары, когда горят кроны деревьев верхнего яруса. Беглые верховые пожары бывают как в первой, так и во второй половине лета.

Подземные пожары являются следствием низовых или верховых: после сгорания верхнего напочвенного покрова огонь углубляется в торфянистый горизонт. Их принято называть торфяными.

По площади, охваченной огнем, лесные пожары подразделяют на шесть классов (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Классификация лесных пожаров по площади, охваченной огнем

Класс лесного пожара	Площадь, охватываемая огнем, га
Загорание	0,1-0,2
Малый пожар	0,2-2,0
Небольшой пожар	2,1-20
Средний пожар	21-200
Крупный пожар	201-200
Катастрофический пожар	Более 2000

Крупные лесные пожары развиваются в период чрезвычайной пожарной опасности в лесу, при длительной и сильной засухе. Их развитию способствует ветреная погода и захламленность лесов.

Средняя продолжительность крупных лесных пожаров колеблется от 10 до 15 суток, выгоревшая площадь в среднем составляет 450-500 га при периметре от 8 до 16 км.

Биологические ЧС

К биологическим ЧС относятся эпидемии, эпизоотии и эпифитотии.

Эпидемия – широкое распространение инфекционной болезни среди людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территорий уровень заболеваемости.

Пандемия – необычно большое распространение заболеваемости, как по уровню, так и по масштабам распространения с охватом ряда стран, целых континентов и даже всего земного шара.

Среди многих эпидемиологических классификаций широкое применение получила классификация, в основу которой положен механизм передачи возбудителя.

Кроме того, все инфекционные болезни подразделяют на четыре группы:

• кишечные инфекции;

• инфекции дыхательных путей (аэрозольные);

• кровяные (трансмиссивные);

• инфекции наружных покровов (контактные).

В основу общебиологической классификации инфекционных заболеваний положено их подразделение, прежде всего в соответствии с особенностями резервуара возбудителя – антропонозы, зоонозы. Инфекционные болезни классифицируются по виду возбудителя – вирусные болезни, риккетсиозы,

бактериальные инфекции, гельминтозы, тропические микозы, болезни системы крови.

Эпизоотии. Инфекционные болезни животных – группа болезней, имеющая такие общие признаки, как наличие специфического возбудителя, цикличность развития, способность передаваться от зараженного животного к здоровому и принимать эпизоотическое распространение.

Эпизоотический очаг – место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где при данной ситуации возможна передача возбудителя болезней восприимчивым животным. Эпизоотическим очагом могут быть помещения и территории с находящимися там животными, у которых обнаружена данная инфекция.

По широте распространения эпизоотический процесс встречается в трех формах: спорадическая заболеваемость, эпизоотия, панзоотия.

Спорадия – это единичные или нечастые случаи проявления инфекционной болезни, обычно не связанные между собой единым источником возбудителя инфекций, самая низкая степень интенсивности эпизоотического процесса.

Эпизоотия – средняя степень интенсивности (напряженности) эпизоотического процесса. Эпизоотия характеризуется широким распространением инфекционных болезней в хозяйстве, районе, области, стране. Эпизоотии свойственны массовость, общность источника возбудителя инфекции, одновременность поражения, периодичность и сезонность.

Панзоотия – высшая степень развития эпизоотии, характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей одно государство, несколько стран, материк.

По эпизоотологической классификации все инфекционные болезни животных подразделяют на 5 групп:

Первая группа – инфекции, передаются через почву, корм, воду. В основном поражаются органы пищеварительной системы. Возбудитель передается через инфицированные корма, навоз и почву. К таким инфекциям относятся сибирская язва, ящур, сап, бруцеллез.

Вторая группа – респираторные инфекции (аэрогенные) – поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких. Основной путь передачи – воздушно-капельный. К ним относятся: парагрипп, экзотическая пневмония, оспа овец и коз, чума плотоядных.

Третья группа – трансмиссивные инфекции, механизм их передачи осуществляется при помощи кровососущих членистоногих. Возбудители постоянно или в отдельные периоды находятся в крови. К ним относятся: энцефаломиелиты, туляремия, инфекционная анемия лошадей.

Четвертая группа – инфекции, возбудители которых передаются через наружные покровы без участия переносчиков. Эта группа довольно разнообразна по особенностям механизма передачи возбудителя. К ним относятся: столбняк, бешенство, оспа коров.

Пятая группа – инфекции с невыясненными путями заражения, т. е. неклассифицированная группа.

Эпифитотии. Для оценки масштаба заболеваний растений применяют такие понятия, как эпифитотия и панфитотия.

Эпифитотия – распространение инфекционных болезней на значительные территории в течение определенного времени.

Панфитотия – массовые заболевания, охватывающие несколько стран и континентов.

Восприимчивость растений к фитопатогену – это способность противостоять заражению и распространению фитопатогена в тканях. Восприимчивость зависит от устойчивости районированных сортов, времени заражения и погоды. В зависимости от устойчивости сортов меняется способность патогена вызывать заражение, плодовитость гриба, скорость развития возбудителя и, соответственно, опасность заболевания.

Чем раньше происходит заражение посевов, тем выше степень поражения растений, значительнее потери урожая.

Наиболее опасными болезнями являются стеблевая (линейная) ржавчина пшеницы, ржи, желтая ржавчина пшеницы и фитофтороз картофеля.

Болезни растений классифицируются по следующим признакам:

• место или фаза развития растений (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений);

• место проявления (местные, локальные, общие);

• течение (острые, хронические);

• поражаемая культура;

• причина возникновения (инфекционные, неинфекционные).

Все патологические изменения в растениях проявляются в разнообразных формах и подразделяются на: гнили, мумификации, увядание, некрозы, налеты, наросты.

5.2. ЧС космического происхождения

Космос – один из элементов, влияющих на земную жизнь. Рассмотрим некоторые опасности, угрожающие человеку из Космоса.

Астероиды – это малые планеты, диаметр которых колеблется в пределах 1-1000 км. В настоящее время известно около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли. Всего, по прогнозам астрономов, в Космосе существует примерно 300 тыс. астероидов и комет.

Встреча нашей планеты с небесными телами представляет серьезную угрозу для всей биосферы. Расчеты показывают, что удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, в десятки раз превосходящей весь ядерный потенциал, имеющийся на Земле.

Основное средство борьбы с астероидами и кометами, сближающимися с Землей, – это ракетно-ядерная технология. В зависимости от размеров опасных космических объектов (ОКО) и используемых для их обнаружения информационных средств располагаемое время на организацию противодействия может меняться от нескольких суток до нескольких лет. С учетом операций на

обнаружение, уточнение траектории и характеристик ОКО, а также запуск и подлетное время средств перехвата требуемая дальность обнаружения ОКО должна составлять 150 млн. км от Земли.

Предполагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно изменение траектории ОКО или разрушение его на несколько частей. Поэтому на первом этапе разработки системы защиты Земли от метеоритной и астероидной опасностей предполагается создать службу наблюдения за их движением с таким расчетом, чтобы обнаруживать объекты размером около 1 км за год-два до его подлета к Земле. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории этого небесного тела. Для этой цели можно использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой. Современный уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

В настоящее время ученые полагают, что существует некая периодичность, когда количество падающих на Землю астероидов заметно увеличивается и возможность таких катастроф возрастает. Полагают, что такие сгущения связаны с наличием у нашей спиралевидной галактики шести рукавов (сгущений), через которые проходит Солнечная система в процессе одного галактического оборота, длящегося 180-200 млн. лет. Поэтому пересечение шести рукавов происходит через 30-35 млн. лет, что примерно соответствует продолжительности известных периодов геохронологической шкалы (кембрийского, ордовикского, силурийского и т. д.). Известно, что рубежи между этими периодами фиксируются глобальными вымираниями обитавших организмов.

Огромное влияние на земную жизнь оказывает *солнечная радиация*. Не останавливаясь на положительных моментах солнечной радиации, обратим внимание на опасность, связанную с солнечной активностью.

Солнечная радиация выступает мощным оздоровительным и профилактическим фактором. Распределение солнечной радиации на разных широтах служит важным показателем, характеризующим различные климатогеографические зоны, что учитывается в гигиенической практике при решении ряда вопросов, связанных с градостроительством, и т. д.

Совокупность биохимических и физиологических реакций, протекающих при участии энергии света, носит название фотобиологических процессов. Фотобиологические процессы по функциональной роли могут быть условно разделены на три группы.

Первая группа обеспечивает синтез биологически важных соединений, например, фотосинтез.

Ко второй группе относятся фотобиологические процессы, служащие для получения информации и позволяющие ориентироваться в окружающей обстановке (зрение, фототаксис, фотопериодизм).

Третья группа – процессы, сопровождающиеся вредными для организма последствиями (например, разрушение белков, витаминов, ферментов, появление

вредных мутаций, онкогенный эффект). Известны стимулирующие эффекты фотобиологических процессов (синтез пигментов, витаминов, фотостимуляция клеточного состава). Активно изучается проблема фотосенсибилизирующего эффекта. Изучение особенностей взаимодействия света с биологическими структурами создало возможность для использования лазерной техники в офтальмологии, хирургии и т. д.

Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая (УФ) часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм. Интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли не постоянна и зависит от географической широты местности, времени года, состояния погоды, степени прозрачности атмосферы. При облачной погоде интенсивность такого излучения у поверхности Земли может снижаться до 80 %; запыленность атмосферного воздуха снижает интенсивность УФ-излучения от 11 до 50 %.

Бактерицидное действие искусственного УФ-излучения используют для обеззараживания питьевой воды. При этом органолептические свойства воды не изменяются, в нее не вносятся посторонние химические вещества.

Однако действие УФ-излучения на организм и окружающую среду не ограничивается лишь благоприятным влиянием. Известно, что чрезмерное солнечное облучение приводит к развитию отеков кожи и ухудшению состояния здоровья. Наиболее частым поражением глаз при воздействии УФ-лучей является фотоофтальмия. В этих случаях возникает гиперемия, конъюнктивиты, появляются блефароспазм, слезотечение и светобоязнь. Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах («снеговая слепота»).

За последние годы в специальной литературе описываются случаи возникновения рака кожи у лиц, постоянно подвергающихся избыточному солнечному облучению. В качестве аргумента приводятся данные об увеличении заболеваний раком кожи в южных районах по сравнению с северными. Случаи рака кожи у виноградарей Бордо с преимущественным поражением кожи рук и лица связывают с постоянным и интенсивным солнечным облучением открытых частей тела.

Обсуждаемая проблема тесно увязана с появлением своеобразных озоновых «дыр», возникающих вокруг полюсов нашей планеты. Оболочка озоновой части атмосферы планеты, расположенная в интервале 25-35 км над поверхностью Земли, тормозит значительную часть ультрафиолетового излучения. Сам процесс торможения приводит к естественному разогреву озоновой оболочки, поэтому на этой высоте температуры достигают положительных значений, кардинально изменяя температурный тренд похолодания, фиксируемый на более низких высотах. Выше озонового слоя этот тренд снова принимает свое естественное значение. Длительные исследования показали, что появление озоновых «дыр» тесно коррелируется с развитием холодильного производства в середине прошлого века. Используемые в технологическом производстве фреоны, как оказалось, разрушают озоновый слой.

5.3. Техногенные аварии и катастрофы

Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют аварии на АС, транспортные аварии, взрывы и пожары, аварии с выбросом химически опасных веществ. По понятным причинам количество техногенных катастроф угрожающе возрастает, что требует принятия превентивных мер для их предупреждения, прогноза и готовности принятия эффективных решений для их ликвидации. Нередко техногенные катастрофы являются следствием природных опасных явлений и развиваются далее как их продолжение. Перечень техногенных угроз исключительно широк. Однако наиболее опасные угрозы связаны с развитием атомной энергетики и химической промышленности, о чем речь пойдет ниже.

Нарастание риска возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций в России обусловлено тем, что в последние годы в наиболее ответственных отраслях потенциально опасные объекты имеют выработку проектного ресурса на уровне около 70 %, иногда достигая предаварийного уровня. В техногенной безопасности есть и другие общие черты неблагополучия: снижение уровня профессиональной подготовки персонала предприятий промышленности, производственной и технологической дисциплины; распространены технологическая отсталость производства и низкие темпы внедрения безопасных технологий. Показатели риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в России превышают показатели приемлемых рисков, достигнутых в мировой практике.

На территории страны функционирует более 45 тыс. опасных объектов. В их числе 3 600 объектов, имеющих значительные запасы аварийно химически опасных веществ (АХОВ), свыше 8 тысяч взрыво- и пожароопасных объектов, 10 АЭС с 30 ядерными энергетическими установками, 113 исследовательских ядерных установок, 12 предприятий ядерного топливного цикла, 16 специальных комбинатов по переработке и захоронению радиоактивных отходов. Все они представляют потенциальную опасность в случае возникновения на них аварий и катастроф, сопровождающихся выбросами АХОВ и радиоактивных веществ. Тяжесть последствий может усугубляться и тем, что на радиационно дестабилизированных территориях проживает 10 млн. человек, а на территориях возможного химического заражения — 60 млн. человек.

За год происходит около 220 тыс. пожаров, 70 % которых приходится на непроизводственную сферу. Ежегодно во время пожаров погибает 12-16 тыс. человек. Величина потерь от пожаров превышает общий ущерб государства от чрезвычайных ситуаций техногенного характера и является, по существу, безвозвратной. Урон от пожаров не только невосполним, но и требует еще больших затрат для восстановления уничтоженных материальных ценностей.

В стране эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных отходов. Гидротехнические сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет и находятся в предаварийном состоянии.

Аварии на радиационно-опасных объектах

За последние четыре десятилетия атомная энергетика и использование расщепляющих материалов прочно вошли в жизнь человечества. В настоящее время в мире работает более 450 ядерных реакторов. Атомная энергетика позволила существенно снизить “энергетический голод” и оздоровить экологию в ряде стран. Так, во Франции более 75 % электроэнергии получают от АЭС и при этом количество углекислого газа, поступающего в атмосферу, удалось сократить в 12 раз. В условиях безаварийной работы АЭС атомная энергетика — пока самое экономичное и экологически чистое производство энергии и альтернативы ей в ближайшем будущем не предвидится. Вместе с тем бурное развитие атомной промышленности и атомной энергетики, расширение сферы применения источников радиоактивности обусловили появление радиационной опасности и риска возникновения радиационных аварий с выбросом радиоактивных веществ и загрязнением окружающей среды. Радиационная опасность может возникать при авариях на радиационноопасных объектах (РОО). РОО — объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества и при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

В настоящее время в России функционирует более 700 крупных радиационноопасных объектов, которые в той или иной степени представляют опасность. Практически все действующие АЭС расположены в густонаселенной части страны, а в их 30-километровых зонах проживает около 4 млн. человек. Общая площадь радиационно дестабилизированной территории России превышает 1 млн. км^2, на ней проживает более 10 млн. человек.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей. Рассмотрим это воздействие на примере чернобыльской катастрофы. После взрыва на Чернобыльской АЭС воздушные массы, двигались 26 апреля 1986 г. на запад, 27 апреля – на север и северо-запад, 28–29 апреля от северного направления повернули на восток, юго-восток и далее, 30 апреля – юг (на Киев). Длительное поступление радионуклидов в атмосферу происходило за счет горения графита в активной зоне реактора. Основной выброс радиоактивных продуктов продолжался в течение 10 суток. Однако истечение радиоактивных веществ из разрушенного реактора и формирование зон загрязнения продолжались в течение месяца. Долгосрочный характер воздействия радионуклидов определялся значительным периодом полураспада. Осаждение

радиоактивного облака и формирование следа происходили длительное время. В течение этого времени изменялись метеорологические условия, и след радиоактивного облака приобрел сложную конфигурацию. Фактически сформировались два радиоактивных следа – западный и северный. Наиболее тяжелые радионуклиды распространялись на запад, а основная масса более легких (йод и цезий), поднявшись выше 500-600 м (до 1,5 км), была перенесена на северо-запад.

В результате аварии около 5 % радиоактивных продуктов, накопившихся за 3 года работы в реакторе, вышли за пределы промышленной площадки станции. Летучие изотопы цезия (134 и 137) распространились на огромные расстояния (значительное количество по всей Европе) и были обнаружены в большинстве стран и океанов Северного полушария. Чернобыльская авария привела к радиоактивному загрязнению территорий 17 стран Европы общей площадью 207,5 тыс. км^2, с площадью загрязнения цезием выше 1 Кю/км^2.

Если выпадения по всей Европе принять за 100 %, то из них на территорию России пришлось 30 %, Белоруссии — 23 %, Украины — 19 %, Финляндии — 5 %, Швеции — 4,5 %, Норвегии — 3,1 %. На территориях России, Белоруссии и Украины в качестве нижней границы зон радиоактивного загрязнения был принят уровень загрязнения 1 Кю/км^2. Сразу после аварии наибольшую опасность для населения представляли радиоактивные изотопы йода. Максимальное содержание йода-131 в молоке и растительности наблюдалось с 28 апреля по 9 мая 1986 г.

В дальнейшем радиационную обстановку определяли долгоживущие радионуклиды. С июня 1986 г. радиационное воздействие формировалось в основном за счет радиоактивных изотопов цезия, а в некоторых районах Украины и Белоруссии – также и стронция. Наиболее интенсивные выпадения цезия характерны для центральной 30-километровый зоны вокруг Чернобыльской АЭС. Другая сильно загрязненная зона — это некоторые районы Гомельской и Могилевской областей Белоруссии и Брянской области России, которые расположены примерно в 200 км от АЭС. Еще одна, северо-восточная зона расположена в 500 км от АЭС, в нее входят некоторые районы Калужской, Тульской и Орловской областей. Из-за дождей выпадения цезия легли “пятнами”, поэтому даже на соседних территориях плотность загрязнения могла различаться в десятки раз. Осадки сыграли существенную роль в формировании выпадений — в зонах дождевых осадков загрязнение в 10 и более раз превышало выпадение в “сухих” местах. При этом в России выпадения были “размазаны” на достаточно большой территории, поэтому общая площадь территорий, загрязненных выше 1 Кю/км^2, в России наибольшая. А в Белоруссии, где выпадения оказались более сконцентрированными, образовалась наибольшая по сравнению с другими странами площадь территорий, загрязненных свыше 40 Кю/км^2. Плутоний-239 как тугоплавкий элемент не распространился в значительных количествах (превышающих допустимые значения в 0,1 Кю/км^2) на большие расстояния. Его выпадения практически ограничились 30-километровой зоной. Однако эта зона площадью около 1 100 км^2 (где и стронция-90 в большинстве случаев выпало более

10 Кю/км^2) стала надолго непригодной для проживания человека и хозяйствования, так как период полураспада плутония-239 составляет 24,4 тыс. лет.

В России общая площадь радиоактивно загрязненных территорий с плотностью загрязнения выше 1 Кю/км^2 по цезию-137 достигала 100 тыс. км^2, а свыше 5 Кю/км^2 — 30 тыс. км^2. На загрязненных территориях оказалось 7 608 населенных пунктов, в которых проживало около 3 млн. человек. Вообще же радиоактивному загрязнению подверглись территории 16 областей России (Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Ленинградской, Нижегородской, Орловской, Пензенской, Рязанской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской, Тульской, Ульяновской) и трех республик – Мордовии, Татарстана, Чувашии. Радиоактивное загрязнение затронуло более 2 млн. га сельхозугодий и около 1 млн. га лесных земель. Территория с плотностью загрязнения 15 Кю/км^2 по цезию-137 находится только в Брянской области, в которой прогнозируется исчезновение загрязнения примерно через 100 лет после аварии. При распространении радионуклидов транспортирующей средой является воздух или вода, а роль концентрирующей и депонирующей среды выполняют почва и донные отложения. Территории радиоактивного загрязнения — это, главным образом, сельскохозяйственные районы. Это значит, что радионуклиды могут попасть с продуктами питания в организм человека. Радиоактивное загрязнение водоемов, как правило, представляет опасность лишь в первые месяцы после аварии. Наиболее доступны для усвоения растениями “свежие” радионуклиды при поступлении аэральным путем и в начальный период пребывания в почве (например, для цезия-137 заметно уменьшение поступления с течением времени, т. е. при “старении” радионуклида).

Сельскохозяйственная продукция (прежде всего молоко) при отсутствии соответствующих запретов на ее употребление стала главным источником облучения населения радиоактивным йодом в первый месяц после аварии. Местные продукты питания вносили существенный вклад в дозы облучения и во все последующие годы. В настоящее время, спустя 20 лет, потребление продукции подсобных хозяйств и даров леса дает основной вклад в дозу облучения населения. Принято считать, что 85 % суммарной прогнозируемой дозы внутреннего облучения на последующие 50 лет после аварии составляет доза внутреннего облучения, обусловленная потреблением продуктов питания, которые выращены на загрязненной территории, и лишь 15 % падает на дозу внешнего облучения.

На любом этапе получения продукции и приготовления пищи можно уменьшить поступление радионуклидов в организм человека. Если тщательно мыть зелень, овощи, ягоды, грибы и другие продукты, радионуклиды не будут попадать в организм с частичками почвы. Эффективные пути уменьшения поступления цезия из почвы в растения — глубокая перепашка (делает цезий недоступным для корней растений); внесение минеральных удобрений (снижает переход цезия из почвы в растение); подбор выращиваемых культур (замена на виды, накапливающие цезий в меньшей степени). Уменьшить поступление цезия в продукты животноводства можно подбором кормовых культур и использованием

специальных пищевых добавок. Сократить содержание цезия в продуктах питания можно различными способами их переработки и приготовления. Цезий растворим в воде, поэтому за счет вымачивания и варки его содержание уменьшается. Если овощи, мясо, рыбу варить 5–10 минут, то 30–60 % цезия перейдет в отвар, который затем стоит слить. Квашение, маринование, соление снижает содержание цезия на 20 %. То же относится и к грибам. Их очистка от остатков почвы и мха, вымачивание в солевом растворе и последующее кипячение в течение 30–45 минут с добавлением уксуса или лимонной кислоты (воду сменить 2–3 раза) позволяют снизить содержание цезия до 20 раз. У моркови и свеклы цезий накапливается в верхней части плода, если ее срезать на 10–15 мм, его содержание снизится в 15–20 раз. У капусты цезий сосредоточен в верхних листьях, удаление которых уменьшит его содержание до 40 раз. При переработке молока на сливки, творог, сметану содержание цезия снижается в 4–6 раз, на сыр, сливочное масло — в 8–10 раз, на топленое масло — в 90–100 раз.

Радиационная обстановка зависит не только от периода полураспада (для йода-131 — 8 дней, цезия-137 — 30 лет). Со временем радиоактивный цезий уходит в нижние слои почвы и становится менее доступным для растений. Одновременно снижается и мощность дозы над поверхностью земли. Скорость этих процессов оценивается эффективным периодом полураспада. Для цезия-137 он составляет около 25 лет в лесных экосистемах, 10-15 лет – на лугах и пашнях, 5–8 лет – в населенных пунктах. Поэтому радиационная обстановка улучшается быстрее, чем происходит естественный расход радиоактивных элементов.

Радиационная обстановка также улучшалась в результате проведения защитных мероприятий. Для предотвращения разноса пыли асфальтировались дороги и накрывались колодцы; перекрывались крыши жилых домов и общественных зданий, где в результате выпадений скапливались радионуклиды; местами снимался почвенный покров; в сельском хозяйстве проводились специальные мероприятия для снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Атомная энергетика сегодня находится под особым контролем государственных структур, особенно после известного трагического взрыва на третьем блоке Чернобыльской АЭС (май 1986 г.) и недавней (март 2011 г.) катастрофы в Фукусиме (Япония), где в результате прорыва волны цунами была прервана система охлаждения трех блоков АЭС. И в первом и во втором случаях люди имели дело с устаревшими ядерными реакторами, на которых при наличии высокообогащенного урана сохраняется возможность цепной реакции, а значит, массового радиоактивного заражения. На Фукусиме, где стоят опасные реакторы образца 60-х годов прошлого века, трагедии, подобной чернобыльской, удалось избежать. Здесь на трех реакторах была расплавлена активная зона, образовались трещины в бетонных стенах реакторов. Радиоактивное заражение территории произошло из-за взрыва образовавшихся от перегрева газов водорода. Однако и здесь последствия были чрезвычайно велики, значительная территория выведена из хозяйственного оборота, тысячи людей получили значительные дозы облучения, 80 тысячам вынужденных переселенцев правительство выплатило денежные

компенсации, общая сумма которых превысила 100 млрд. долларов. Сегодня зона отчуждения здесь ограничена, как и вокруг Чернобыльской АЭС, окружностью радиусом 30 км.

Определенный оптимизм по отношению к атомной энергетике сегодня внушают новые технологии, которые позволяют использовать в данной области энергетики слабообогащенное сырье, не способное в процессе его использования взрываться в принципе. Поэтому постепенная замена устаревших блоков АЭС современными является актуальной задачей всех стран, использующих атомную энергетику.

На первый план, однако, сегодня выходят проблемы утилизации накопившихся отходов атомной энергетики, в некоторых регионах нашей страны сложилась весьма опасная ситуация. Из специальных накопителей такие отходы постепенно проникают в окружающую среду, выводя из хозяйственного оборота значительные территории. Эта проблема касается, прежде всего, Урала, районов базирования атомного флота, полигонов испытания атомного оружия. Кроме того, в последние десятилетия резко возросла опасность террористических актов.

Аварии на химически опасных объектах

Особого внимания среди техногенных катастроф требует химическая промышленность, которую рассмотрим более детально. Крупные аварии на химически опасных объектах (ХОО) являются одними из наиболее опасных технологических катастроф, которые могут привести к массовому отравлению и гибели людей и животных, значительному экономическому ущербу и тяжелым экологическим последствиям. Их причины в большинстве случаев связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции ХОО, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов и реакторов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса.

В РФ около 4000 химических объектов, аварии на которых могут привести к массовым поражениям людей. Эти предприятия при своей работе создают немалые запасы ядов, например, на овощебазе запас аммиака может составлять до 150 тонн, а на водопроводной станции – от 100 до 400 тонн хлора.

Наибольшей химической опасности подвергается население Северо-Западного, Центрального, Уральского и Северокавказского регионов, где в зонах вероятного химического заражения проживает более трети населения РФ.

Химическое производство оказывает на окружающую среду три вида воздействия:

- загрязнение природной среды химическими веществами;
- истощение природных ресурсов;
- изменение природных и возникновение антропогенных (техногенных) ландшафтов.

Химически опасными объектами (ХОО) называют предприятия, хранящие, использующие, перерабатывающие или транспортирующие ОХВ, которые при

авариях могут привести к заражению окружающей природной среды и гибели живых организмов.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – это сравнительно новое понятие, присвоенное группе опасных химических веществ, которые на протяжении свыше трех десятилетий в гражданской обороне назывались сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

Ниже приводится перечень наиболее распространенных АХОВ и предельно допустимые концентрации этих веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны и населенных пунктов. Значение приведенных предельно допустимых концентраций характеризует токсичность веществ. Данный перечень включен в Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях, (изд. ГКЧС России, 1993 г.), которое в настоящее время широко используется в органах управления ГОЧС субъектов Российской Федерации и на объектах экономики.

Опасное химическое вещество (*ОХВ)* – химическое вещество, прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти химическое заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

Перечень производимых промышленностью и используемых в стране химических веществ насчитывает более 70 тысяч наименований. Большинство из них представляет определенную опасность для здоровья людей и окружающей среды. В соответствии с Законом Российской Федерации «О безопасности в промышленности», перечень опасных химических веществ, с указанием их пороговых количеств на промышленных объектах, включает 179 наименований. Однако не все из этих веществ представляют реальную опасность и при авариях могут вызвать ЧС.

Токсичность – способность вещества вызывать отравление (интоксикацию) организма. Токсичность характеризуется дозой вещества, от которой зависит степень поражения организма (степень отравления).

Токсическая доза – количественная характеристика опасности АХОВ, соответствующая определенному уровню поражения при воздействии на живой организм. Другими словами, это количество вещества, способное вызвать определенный токсический эффект. Токсическая доза может быть пороговой, выводящей из строя и летальной.

Предельно допустимая концентрация ОХВ (ПДК) – максимальное количество опасных химических веществ в почве, воздушной или водной среде, продовольствии, которое при постоянном контакте с человеком или при воздействии на него за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных последствий.

Все АХОВ по биологическому воздействию на организм подразделяют на вещества остронаправленного и кумулятивного действия. Вещества

остронаправленного действия, в свою очередь, делятся по преимущественному биологическому воздействию на несколько групп. В России складывается высокая химическая опасность в основном по двум веществам – аммиаку и хлору.

Развитие химических аварий обладает рядом особенностей и протекает в определенной последовательности.

Химическая авария – событие на ХОО, в результате которого произошел выброс (пролив) химического вещества в окружающую среду, химическое заражение территорий и гибель людей, животных, растений.

Выброс ОХВ – выход (испарение) ОХВ за короткий промежуток времени, при разгерметизации технологических установок, емкостей для хранения или транспортировании в количестве, способном вызвать химическую аварию (заражение).

Пролив ОХВ – вытекание ОХВ при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения и транспортировании в количестве, способном вызвать химическую аварию (заражение).

Химическое заражение – распространение ОХВ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Зона химического заражения – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены ОХВ в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений, в течение определенного времени.

Развитие химической аварии происходит по следующей схеме: авария – выброс АХОВ – заражение территорий – поражение людей – гибель живых организмов.

Очаг химического поражения – территория, в пределах которой произошли массовые поражения людей, животных в результате воздействия ОХВ. Формирование зоны химического заражения характеризуется сложностью прогнозирования химической обстановки ввиду нелинейности процесса образования облака АХОВ.

Кроме отмеченных выше отраслей экономики (атомной энергетики и химической промышленности), находящихся под постоянным вниманием МЧС, к особо опасным техногенным ЧС также относятся:

- Транспортные катастрофы, включающие крушение пассажирских и товарных поездов, судов, авиационные катастрофы.
- Пожары и взрывы в зданиях, на промышленных объектах, в метрополитенах, на объектах добычи, хранения и переработки горючих и взрывчатых веществ, в подземных выработках.
- Аварии с выбросом биологически опасных веществ на предприятиях промышленности и научно-исследовательских учреждениях.
- Аварии на электроэнергетических объектах: электростанциях, ЛЭП, трансформаторных подстанциях, контактных сетях.
- Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения с массовым выбросом загрязняющих веществ.

- Аварии на гидротехнических сооружениях, крупных водохранилищах, накопителях отходов.
- Гидродинамические аварии с прорывом плотин, дамб, шлюзов и последующие массовые затопления, смыв плодородных почв на обширных территориях.

5.4. Аварии и порядок их расследования

Классификация аварий, приведших к чрезвычайным ситуациям, определена **постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 года № 1094 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»** (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996 г., № 39, 4563).

Федеральные органы исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности, по согласованию с Госгортехнадзором России разрабатывают и утверждают отраслевые нормативные документы, конкретизирующие, с учетом имеющихся особенностей, организацию проведения технического расследования причин аварий, оформление акта технического расследования и учета аварий в соответствии с их компетенцией.

Техническому расследованию подлежат причины аварий, приведших к:

- – разрушению сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, **указанных в приложении 1 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»**;
- – неконтролируемым взрывам и (или) выбросам опасных веществ.

Причины инцидентов, повлекших за собой отказы или повреждения технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонения от режима технологических процессов, но не вызвавших разрушения сооружений и (или) технических устройств, устанавливаются и анализируются с учетом требований, изложенных в разделе 5 настоящего Положения.

По каждому факту возникновения аварии на опасном производственном объекте производится техническое расследование ее причин.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект:

- – незамедлительно сообщает об аварии по форме приложения 2 в территориальный орган Госгортехнадзора России и в соответствующие федеральные органы исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативно-правового

регулирования, специальные разрешительные, контрольные надзорные функции в области промышленной безопасности, вышестоящий орган (организацию) (при наличии таковых), орган местного самоуправления, государственную инспекцию труда по субъекту Российской Федерации, территориальное объединение профсоюзов;

- – при авариях, сопровождающихся выбросами, разливами опасных веществ, взрывами, пожарами, сообщает, соответственно, в территориальные органы МЧС России, Госкомэкологии России. Государственной противопожарной службы МВД России, МПС России;
- – сохраняет обстановку на месте аварии до начала расследования, за исключением случаев, когда необходимо вести работы по ликвидации аварий и сохранению жизни и здоровья людей;
- – принимает участие в техническом расследовании причин аварии на опасном производственном объекте, принимает меры по устранению причин и недопущению подобных аварий;
- – осуществляет мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте;
- – принимает меры по защите жизни и здоровья работников и окружающей природной среды в случае аварии на опасном производственном объекте.

Руководитель организации несет ответственность за невыполнение требований, изложенных **в предыдущем абзаце** в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Расследования причин аварии и оформление документации

Техническое расследование аварии направлено на установление обстоятельств и причин аварии, размера причиненного вреда, разработку мер по устранению ее последствий и мероприятий для предупреждения аналогичных аварий на заданном и других опасных производственных объектах.

Техническое расследование причин аварии производится специальной комиссией, возглавляемой представителем территориального органа Госгортехнадзора России. В состав комиссии включаются по согласованию представители соответствующих федеральных органов исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности, либо их территориальных органов, субъекта Российской Федерации и (или) органа местного самоуправления, на территории которых располагается опасный производственный объект, организации, эксплуатирующей опасный производственный объект,

вышестоящего(щей) органа (организации) (при наличии таковых), территориального объединения профсоюзов, страховых компаний (обществ) и других представителей в соответствии с действующим законодательством.

Комиссия назначается приказом по территориальному органу Госгортехнадзора России. В зависимости от конкретных обстоятельств (характера и возможных последствий аварии) специальная комиссия может быть создана по решению Госгортехнадзора России во главе с его представителем. В состав специальной комиссии могут быть также включены представители органов, указанных в **пункте 1.5.1,** по согласованию с ними.

В соответствии **со статьей 12 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»,** Президент Российской Федерации или Правительство Российской Федерации могут принимать решение о создании государственной комиссии по техническому расследованию причин аварии и назначать председателя указанной комиссии.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии должна незамедлительно приступить к работе и в течение 10 дней составить акт расследования по форме приложения 1 и другие необходимые документы и материалы, перечисленные в разделе 3 настоящего Положения.

Акт расследования подписывается всеми членами комиссии.

Срок расследования может быть увеличен органом, назначившим комиссию в зависимости от характера аварии и необходимости проведения дополнительных исследований и экспертиз.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии может привлекать к расследованию экспертные организации или их специалистов-экспертов и специалистов в области промышленной безопасности, изысканий, проектирования, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изготовления оборудования, страхования и в других областях.

Для проведения экспертизы причин и характера разрушений сооружений и (или) технических устройств решением комиссии по техническому расследованию аварии могут образовываться экспертные комиссии. Заключения экспертных комиссий представляются комиссии по расследованию аварии и прилагаются в качестве материалов расследования.

В ходе расследования комиссия:

– производит осмотр, фотографирование, в необходимых случаях видеосъемки, составляет схемы и эскизы места аварии и составляет протокол осмотра места аварии;

– взаимодействует со спасательными подразделениями;

– опрашивает очевидцев аварии, получает письменные объяснения от должностных лиц;

– выясняет обстоятельства, предшествующие аварии, устанавливает причины их возникновения;

– выясняет характер нарушения технологических процессов, условий эксплуатации оборудования;

– выявляет нарушения требований норм и правил промышленной безопасности;

– проверяет соответствие объекта или технологического процесса проектным решениям;

– проверяет качество принятых проектных решений;

– проверяет соответствие области применения оборудования;

– проверяет наличие и исправность средств защиты;

– проверяет квалификацию обслуживающего персонала;

– устанавливает причины аварии и сценарий ее развития на основе опроса очевидцев, рассмотрения технической документации, экспертного заключения и результатов осмотра места аварии и проведенной проверки;

– определяет допущенные нарушения требований промышленной безопасности и лиц, допустивших эти нарушения;

– предлагает меры по устранению причин аварии, предупреждению возникновения подобных аварий;

– определяет размер причиненного вреда, включающего прямые потери, социально-экономические потери, потери из-за неиспользованных возможностей, а также вред, причиненный окружающей природной среде.

Расчет экономического ущерба от аварии осуществляется организацией, на объекте которой произошла авария, по методикам, утвержденным в установленном порядке. Документ об экономических последствиях аварии подписывается руководителем организации, проводившей расчет. Финансирование расходов на техническое расследование причин аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария.

Расследование причин несчастных случаев, происшедших в результате аварии, проводится в соответствии **с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве**, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 1999 года № 279 («Российская газета» № 59 (2168) от 30.03.99).

Причины несчастных случаев, происшедших с третьими лицами, не связанными трудовыми отношениями с организацией, на которой произошла авария, не подпадающими под действие Положения «О порядке расследования несчастных случаев на производстве», устанавливаются при расследовании причин аварии, вызвавшей несчастные случаи.

Материалы расследования должны включать:

– приказ о назначении комиссии для расследования причин аварии;

– акт технического расследования аварии по форме приложения 1, к которому прилагаются:

– протокол осмотра места аварии с необходимыми графическими, фото- и видеоматериалами;

– распоряжение председателя о назначении экспертной комиссии (если в этом есть необходимость) и другие распоряжения, издаваемые комиссией по расследованию аварий;

– заключение экспертной комиссии об обстоятельствах и причинах аварии с необходимыми расчетами, графическим материалом и т. п.;

– докладную записку Военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ), газоспасательных служб (ГСС), противофонтанных военизированных частей (ПФВЧ) и служб предприятия о ходе ликвидации аварии, если они принимали в ней участие;

– протоколы опроса и объяснения лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований промышленной безопасности;

– справки об обученности и проведении инструктажа по технике безопасности и проверке знаний производственного персонала;

– справки о размере причиненного вреда;

– форму учета и анализа аварий согласно приложению 3;

– другие материалы, характеризующие аварию, в том числе о лицах, пострадавших от аварии.

Организация не позднее трех дней после окончания расследования рассылает материалы расследования аварий Госгортехнадзору России и его территориальному органу, производившему расследование, соответствующим органам (организациям), представители которых принимали участие в расследовании причин аварии, территориальному объединению профсоюзов, органам прокуратуры по месту нахождения организации, НТЦ «Промышленная безопасность» Госгортехнадзора России.

По результатам расследования аварии руководитель организации издает приказ, предусматривающий осуществление соответствующих мер по устранению причин и последствий аварии и обеспечению безаварийной и стабильной эксплуатации производства, а также по привлечению к ответственности лиц, допустивших нарушения правил безопасности.

Руководитель организации представляет письменную информацию о выполнении мероприятий, предложенных комиссией по расследованию аварии, организациям, представители которых участвовали в расследовании. Информация представляется в течение десяти дней по окончании сроков выполнения мероприятий, предложенных комиссией по расследованию аварии.

Установление причин и учет инцидентов на опасном производственном объекте

Установление причин, анализ и учет инцидентов осуществляются организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Порядок проведения работ по установлению причин инцидентов определяется руководством организации по согласованию с территориальным органом Госгортехнадзора России.

Для установления причин инцидентов создается комиссия. Состав комиссии назначается руководителем организации (установление причин инцидентов в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производстве производится с обязательным участием территориальных органов Госгортехнадзора России).

Результаты работы по установлению причин инцидента оформляются актом по форме, установленной предприятием. Акты расследования должны содержать информацию о дате и месте инцидента, его причинах и обстоятельствах, принятых мерах по ликвидации инцидента, продолжительности простоя и материальном ущербе, в том числе вреде, нанесенном окружающей природной среде, а также меры по устранению причин инцидента.

Учет инцидентов на опасном производственном объекте ведется в специальном журнале, где регистрируются дата и место инцидента, его характеристика и причины, продолжительность простоя, экономический ущерб (в том числе вред, нанесенный окружающей природной среде), меры по устранению причин инцидента и отметка о их выполнении.

Организация ведет анализ причин инцидентов и ежеквартально сообщает в территориальный орган Госгортехнадзора России информацию о количестве инцидентов, причинах их возникновения и принятых мерах.

Территориальные органы Госгортехнадзора России осуществляют контроль учета и анализа инцидентов на опасных производственных объектах, а также проверку достаточности разработанных мер по устранению причин и предупреждению инцидентов и их выполнения в установленные сроки.

В случаях, если инциденты имеют негативные экологические последствия, ежеквартальная информация о них сообщается и в территориальный орган Госкомэкологии России.

Учет и анализ аварий, происшедших на опасном производственном объекте

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, ведет учет аварий, анализирует причины их возникновения; один раз в полугодие представляет в территориальный орган Госгортехнадзора России информацию о количестве аварий, причинах их возникновения и принятых мерах.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, по мотивированным запросам органов власти субъектов Российской Федерации или органов местного самоуправления, федеральных органов исполнительной власти или их территориальных органов может

предоставлять информацию о причинах возникновения аварий и принимаемых мерах по их устранению.

Территориальные органы Госгортехнадзора России в течение суток с момента происшедшей аварии передают в Госгортехнадзор России оперативные сведения об авариях на опасном производственном объекте по установленной форме приложения 2.

Учет аварий осуществляется в соответствии с примерным перечнем видов аварий по отраслям (направлениям) надзора согласно приложению 4.

Материалы по результатам расследования причин аварий и мерах по их предупреждению, в зависимости от масштабов аварии и предлагаемых мер, рассматриваются на советах территориальных органов Госгортехнадзора России, коллегии Госгортехнадзора России, коллегиях (совещаниях) федеральных органов исполнительной власти с участием представителей Рострудинспекции (по согласованию с ними).

На основании анализа причин аварий, происшедших на опасных производственных объектах, Госгортехнадзор России и другие федеральные органы исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять нормативное регулирование в области промышленной безопасности, при необходимости, вносят соответствующие дополнения, изменения в нормативные акты, содержащие требования безопасного ведения работ на опасных производственных объектах, в пределах их компетенции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите шкалы интенсивности землетрясений и определите различия между ними.
2. Назовите опасные факторы вулканической деятельности.
3. Назовите главные особенности антисейсмического строительства.
4. Что такое оползни и сели?
5. Перечислите мероприятия для упреждения схода лавин.
6. Что такое циклоны и антициклоны?
7. Что определяют шкалой Бофорта?
8. Что такое смерчи и торнадо?
9. Чем отличается паводок от половодья?
10. Чем отличаются заторы от зажоров?
11. Назовите главные космические опасности.
12. Почему аварии и катастрофы на атомных и химических объектах считаются особо опасными?
13. Перечислите основные загрязненные территории РФ.

Назовите организации, принимающие участие в расследовании аварий и катастроф.

Глава 6

ПОДГОТОВКА ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ К УСТОЙЧИВОМУ ФУНКЦИОНИРОВАНИЮ В ЧС

6.1. Статистика чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Бурный рост промышленности в большинстве стран мира особенно ускорился к концу XX и началу XXI века. Техногенные катастрофы постепенно приобрели характер глобальных. Эта тенденция сопровождается увеличением террористических атак. В качестве иллюстрации приведем некоторые данные по наиболее крупным авариям и катастрофам, имевшим место в мире за последние 100 лет. Каждая из рассматриваемых ЧС имеет свои особенности и демонстрирует определенные тенденции развития общества.

Взрыв Тунгусского метеорита на территории России ознаменовал открытие новой эпохи катастроф в двадцатом столетии, напомнил развивающемуся человечеству о неукротимых и опасных силах природы. Гибель «Титаника» с многочисленными жертвами еще раз показала уязвимость человека перед силами и явлениями природы и опасность его неоправданной самоуверенности.

Первая мировая война принесла миру реальность масштабного применения химического оружия и открыла эпоху химической опасности как в военном деле, так и в промышленном производстве.

Взрыв сухогруза «Монблан» в проливе Те-Нарроус, близ Галифакса, полностью уничтоживший город на Канадском побережье, – один из самых мощных неядерных взрывов столетия.

Взрывы в развитых странах Европы на промышленных предприятиях показали необходимость обеспечения безопасности в промышленности не только в соответствии с уровнем технического развития, но и адекватно техногенным угрозам.

Вторая мировая война показала уязвимость (незащищенность), в первую очередь, мирного гражданского населения, объектов экономики и транспорта.

Создание атомной энергетики в свою очередь привело к чрезвычайным ситуациям в новой для человека области деятельности. Аварии на АЭС отмечались в Англии, США, СССР. По мере разработки и совершенствования атомного оружия такие аварии были зафиксированы на территориях всех стран, которые им овладели.

Ошибки в технологии хранения радиоактивных отходов и ядерных материалов привели к Кыштымской трагедии – радиационной аварии, последствия которой до сих пор не ликвидированы на территории трех областей России. Даже эксплуатация первой атомной подводной лодки СССР привела к аварии реактора и угрозе ядерной катастрофы. Следует отметить, однако, что многие катастрофы трудно было предотвратить, так как ученые

шли по неизведанному пути, пути экспериментов, делали первые шаги, использовали новые технологии.

Знаменательна авария на химическом производстве в маленьком итальянском городке Севезо. Последствия аварии окончательно подтвердили чрезвычайно токсичные свойства соединений семейства диоксинов и заставили научную общественность и власти разработать нормативно-правовую базу обеспечения безопасности в промышленности. Впоследствии документы, разработанные как итог научной работы по изучению причин аварии, легли в основу общеевропейских подходов в области обеспечения промышленной безопасности.

Авария на американской атомной станции «Три Майл Айленд» стала предвестником Чернобыля. Ее масштабы были значительно меньше тех, которые принес Чернобыль, но ликвидация последствий аварии в США продолжалась более 10 лет.

Авария ракетной сборки после запуска ракеты с космодрома Плесецк привела к угрозе загрязнения Северной Двины. Ликвидировали последствия аварии войска Гражданской обороны. В этой ситуации стало очевидным, что не отработана технология и отсутствуют технические средства для утилизации высокотоксичного ракетного топлива (гептила).

Выброс метилизоцианата на химическом производстве удобрений в Индийском городе Бхопал вскрыл целый ряд проблем:

• возможность размещения опасных производств иностранных компаний вне действия жестких требований нормативных документов в области промышленной безопасности на территории других государств;

• возможность обойти международные соглашения о запрещении разработки, хранения и применения химического оружия под видом использования опасных химических веществ в промышленности;

• отсутствие должного внимания к проблемам обеспечения безопасности населения и предупреждению ЧС техногенного характера в развивающихся странах.

О Чернобыльской катастрофе написано и сказано много, но точка в истории этой проблемы поставлена будет не скоро. Можно с уверенностью сказать, что о Чернобыле знает весь мир. Однако мало кому известно, что буквально через несколько месяцев мир вновь оказался на грани ядерной катастрофы. Такая ситуация сложилась в результате аварии атомной подводной лодки К-219 (СССР), находившейся на боевом дежурстве у берегов Америки. Это событие показало, что деятельность вооруженных сил даже вне вооруженного конфликта несет в себе опасность для населения.

К сожалению, последнее десятилетие ушедшего века принесло новую масштабную проблему – терроризм. Террористические акции стали реальной действительностью нашего времени. В сочетании с опасностями, которые нас окружают, террористические акты и акции на территории мегаполисов многократно увеличивают актуальность мероприятий по предупреждению ЧС

в техносфере. Очевидно, что дальнейшее развитие общества возможно лишь вместе с решением вопросов его безопасности.

6.2. Условия устойчивого развития

Подготовка экономики к устойчивому функционированию в чрезвычайных ситуациях (это касается отрасли, территории, объекта, независимо от формы собственности и сферы деятельности) – комплекс экономических, организационных, инженерно-технических, специальных и технологических мероприятий, осуществляемых с целью достижения устойчивости ее функционирования в чрезвычайных ситуациях.

Повышение устойчивости функционирования экономики, и ее территориальных и отраслевых звеньев достигается осуществлением мероприятий, направленных на:

• предотвращение и уменьшение возможности образования крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий;

• снижение возможных потерь и разрушений в случае их возникновения, а также от современных средств поражения и вторичных поражающих факторов;

• создание условий для ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, а также последствий применения современных средств вооружений, проведение работ по восстановлению нарушенного хозяйства и обеспечение жизнедеятельности населения.

В настоящее время общее руководство подготовкой экономики к устойчивому функционированию осуществляет правительство РФ, правительство республик в составе РФ, органы государственной власти края, области, города, района. Непосредственное руководство разработкой и проведением мероприятий по повышению устойчивости осуществляют министерства, госкомитеты и ведомства, КЧС территориальных органов исполнительной власти, руководители объединений и объектов экономики. На них возлагается ответственность за выделение для этих целей необходимых материальных и финансовых средств.

Основными направлениями по повышению устойчивости функционирования экономики страны являются:

- обеспечение защиты населения и его жизнедеятельности в ЧС и военное время;
- рациональное размещение производительных сил на территории страны;
- подготовка к работе в ЧС и военное время отрасли экономики;
- готовность выполнения работ по восстановлению экономики в условиях ЧС и военного времени;
- подготовка системы управления экономикой для решения задач в условиях ЧС и военного времени.

Применительно к этим основным направлениям должны разрабатываться и осуществляться конкретные мероприятия по повышению

устойчивости: в отраслях экономики – по отрасли (подотрасли) в целом, по подведомственным объединениям и объектам с учетом специфики и перспектив дальнейшего развития отрасли; в территориальных звеньях – по субъекту Федерации в целом, экономическим районам, областям, районам, городам и другим населенным пунктам, а также по отраслям и объектам федерального подчинения с учетом природных, экономических и других местных особенностей.

Для отраслевого звена объединения, объекта основные направления повышения устойчивости трактуются следующим образом:

• обеспечение защиты рабочих, служащих, членов семей, населения проживающего в ведомственных населенных пунктах, и их жизнедеятельности чрезвычайных ситуациях;

• рациональное размещение производительных сил отрасли, объединения, производственных фондов объекта на соответствующей территории;

• подготовка отрасли, объединения, объекта к работе в чрезвычайных ситуациях;

• подготовка к выполнению работ по восстановлению отрасли, объединения (объекта) в чрезвычайных ситуациях;

• подготовка системы управления отраслью, объединением (объектом) для задач в чрезвычайных ситуациях.

По основным направлениям разрабатываются и осуществляются мероприятия по повышению устойчивости:

• в территориальных звеньях (республика, край, область, город, район) с учетом природных, экономических и других особенностей этих звеньев;

• в отрасли экономики – по отрасли в целом, по ее подведомственным объединениям и объектам с учетом специфики их деятельности и перспектив дальнейшего развития.

Мероприятия по повышению устойчивости функционирования экономики осуществляются в основном, заблаговременно, а также с учетом перспектив развития и совершенствования способов и средств поражения экономики в военное время, возможных последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий в мирное время.

Мероприятия, которые по своему характеру не могут быть осуществлены заблаговременно, проводятся, возможно, в короткие сроки в чрезвычайных ситуациях (эвакуация, изменения технологических режимов работы, производственных связей, структуры управления и др.).

Предложения по повышению устойчивости функционирования экономики и ее звеньев разрабатываются на основе результатов научных исследований, обобщения и анализа опыта мобилизационной подготовки и выполнения задач РСЧС. Проводится два вида исследовательской работы по устойчивости: во-первых, специальные исследования, проводимые главным образом силами инженерно-технологического персонала объектов и местных органов управления экономикой; во-вторых, научно-исследовательские и

опытно-конструкторские работы, проводимые учреждениями в республиканском (территориальном, региональном) и отраслевых масштабах. Оба вида исследований дополняют друг друга, являясь важной составной частью организаторской работы по решению проблем устойчивости, поэтому необходимо совершенствовать методику и организацию их проведения.

Мероприятия по повышению устойчивости функционирования экономики, требующие капиталовложений и материально-технических средств, предусматриваются в планирующих документах. Часть мероприятий по повышению устойчивости функционирования экономики предусматривается в планах гражданской обороны и планах действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

Контроль над выполнением мероприятий и заданий по повышению устойчивости функционирования экономики, предусмотренных планом социально-экономического развития, мобилизационными планами, осуществляется плановыми органами, вторыми управлениями и отделами, другими функциональными управлениями и отделами в установленном порядке.

В целом на основании накопленного опыта общую схему организации работы по повышению устойчивости функционирования экономики можно разделить на 3 основных этапа:

• исследовательский, на котором выявляются наиболее уязвимые места звена экономики, вырабатываются предложения по их устранению;

• этап проверки и оценки предлагаемых мероприятий на эффективность, выбор наиболее целесообразных решений для данных условий. В этой связи трудно переоценить учения ГО, на которых можно проверить рекомендации по повышению устойчивости функционирования любого звенья экономики, получить по ним объективные заключения;

• этапы реализации мероприятий через установленную систему планирования и контроля.

В первую очередь надо готовить те отрасли, которые вносят наиболее весомый вклад в производство оборонной и важнейшей народнохозяйственной продукции, в обеспечение жизнедеятельности населения, а также в проведение неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Это, прежде всего, отрасли топливно-энергетического комплекса, промышленного, сельскохозяйственного производства, транспортной системы, материально-технического снабжения, торговли и общественного питания.

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) – это совокупность отраслей, участвующих в добыче и переработке, транспортировке, хранении и использовании топлива, производстве и передаче к потребителям электроэнергии и тепла. В подготовке ТЭК основная ответственность возлагается на соответствующие министерства и ведомства. Однако непосредственно в областях, городах, районах за работу объектов и систем, входящих в ТЭК, эту ответственность несут и местные органы управления.

Подготовка ТЭК к работе в чрезвычайных ситуациях направлена на обеспечение экономики, прежде всего, ответственных потребителей. К ответственным потребителям относятся объекты Минобороны и оборонной промышленности, а также другие отрасли, обеспечивающие удовлетворение оборонных и важнейших народнохозяйственных нужд электрической и тепловой энергией, а также таких объектов, на которых при возникновении перебоев в электро-, теплоснабжении возможны аварии и катастрофы (предприятия химической, нефтеперерабатывающей, металлургической промышленности и др.).

С целью подготовки ТЭК предусматривается: создание резерва энергетических мощностей, прежде всего, путем строительства дополнительных защищенных электростанций. Для городов и объектов, расположенных по берегам судоходных рек и водоемов, в качестве резерва энергомощностей могут быть использованы силовые установки судов, земснарядов, плавучих кранов и других плавсредств. При этом следует лишь оборудовать и содержать в готовности к использованию береговые устройства для приема и передачи энергии к потребителям.

В качестве резерва энергомощностей могут и должны использоваться выходимые из эксплуатации мелкие ведомственные электростанции и котельные, которые не используются в единой централизованной или местной системе электро- и теплоснабжения. Резерв энергомощностей может быть образован также путем пополнения парка передвижных электростанций и подстанций на железнодорожном и автомобильном ходу. Кроме того, в качестве резерва можно использовать генераторы и двигатели, применяемых для различных нужд в народном хозяйстве, с приводом от автомобилей, тракторов и т.п.

Целесообразно взять на учет и планировать использование в чрезвычайных ситуациях передвижные источники энергоснабжения, имеющиеся в строительных организациях, леспромхозах, в сельском хозяйстве, на транспорте.

С учетом возможного выхода из строя в чрезвычайных ситуациях отдельных электростанций, линий электропередач, подстанций и потребителей электроэнергии заблаговременно проводятся подготовительные работы, составляются графики по оперативному отключению при необходимости менее ответственных потребителей. В этом случае обеспечиваются энергией наиболее ответственные объекты (предприятия оборонной промышленности, транспорта, связи, городского хозяйства, здравоохранения, шахты и т.п.). В этой связи все заинтересованные органы управления экономикой области определяют перечень ответственных потребителей с тем, чтобы районные энергетические управления предусмотрели необходимые меры по обеспечению надежного снабжения таких потребителей в чрезвычайных ситуациях.

В категорированных городах предусматривается преимущественное развитие подземных кабельных электросетей вместо воздушных. Тепловые

электростанции, котельные заблаговременно готовятся к работе на резервных видах топлива, поддерживается на должном уровне техническая готовность для перехода с одного вида топлива на другой, систематически проводятся тренировки с персоналом. Целесообразно на учениях ГО при отработке вопросов устойчивости практиковать переход таких объектов на работу с использованием резервных видов топлива.

В тех областях, где имеется возможность, следует шире использовать возобновляемые источники энергии – солнечные, ветровые, приливные, геотермальные. В нашей стране имеется более 60 крупных геотермальных источников. Положительный опыт использования геотермальных вод имеется, например, на Камчатке. Горячие подземные источники имеются во многих областях РФ. Стоимость отопления горячими водами, даже с учетом затрат на бурение скважин, в несколько раз ниже, чем при использовании твердого и жидкого топлива.

Надежность топливоснабжения обеспечивается созданием научно обоснованных нормативных запасов топлива, рациональным, надежным его хранением. Разработка нормативов запасов топлива осуществляется с учетом природных условий в данной области, специализации ее экономики. Хранение жидкого и газообразного топлива лучше всего организовывать в заглубленных и подземных хранилищах вблизи основных топливопотребителей. Вблизи крупных промышленных центров (например, Москва, С.-Петербург, Самара и др.) уже созданы такие подземные хранилища газа. Их объем планировалось довести до 50 млрд. $м^3$. По подсчетам специалистов, этого запаса достаточно для работы основных топливопотребителей в течение трех месяцев.

С созданием нормативных запасов по другим видам топлива (уголь, мазут) в настоящее время картина не столь оптимистична. Это связано в основном с транспортными, а в последнее время и с другими трудностями. Отсюда понятно, как важно изыскивать возможности использования местных видов топлива. Во многих областях такие возможности имеются. Однако в силу различных причин эти возможности используются слабо.

Важная роль в обеспечении устойчивости системы жизнеобеспечения экономики территории (области) принадлежит водоснабжению. Поэтому вновь проектируемые системы водоснабжения категорированных городов базируются на нескольких независимых источниках воды.

Водоисточники, водопроводные сооружения, водозаборные скважины и шахтные колодцы защищаются от заражения радиоактивными отравляющими веществами и бактериальными средствами. Насосные станции запитываются электроэнергией от двух независимых источников по линиям, не отключаемым при обеспечении других потребителей. Часть скважин категорированных городов оборудуется за чертой городской застройки. Создаются подземные защищенные резервуары чистой воды для обеспечения водой населения, в частности на каждой водопроводной станции предусматривается создание 3-суточного запаса чистой воды в подземных резервуарах исходя из установленной формы – 10 л на человека в сутки. При

планировании строительства и ввода в эксплуатацию новых водопроводов, старые сохраняются в качестве резервных. В системах технического водоснабжения водоемких предприятий предусматривается оборотное водоснабжение.

Выбор источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и построения распределительных сетей воды производится на основе разрабатываемых территориальных водных балансов в зависимости от объема, структуры и плотности водопотребления, с учетом эксплуатации сетей в чрезвычайных условиях.

Учитывая то обстоятельство, что система водоснабжения городов и объектов экономики может нормально функционировать при надежной работе системы канализации, предусматриваются мероприятия по ее подготовке к работе в чрезвычайных условиях: устраивают соединительные и перепускные линии, аварийные сбросы в ближайшие овраги, балки и проточные водоемы.

На очистных сооружениях для нейтрализации и очистки сточных жидкостей и осадков от РВ, ОВ, БС создается не менее чем десятидневный запас реагентов, накапливается фонд передвижных насосов с автономным источником питания.

Промышленное производство – наиболее важная составная часть экономики территории (области). Основную работу по подготовке промышленных предприятий центрального подчинения к работе в военное время и чрезвычайных ситуациях мирного времени выполняют отраслевые органы управления. Вместе с тем на территории области имеется промышленность местного подчинения. Ее подготовка, контроль и оказание помощи – обязанность местных органов управления.

В целом мероприятие по подготовке промышленного производства можно объединить в несколько групп. Важную роль играет дублирование выпуска оборонной и важнейшей народнохозяйственной продукции. Органы управления экономики заблаговременно определяют виды продукции, подлежащие дублированию, устанавливают возможность и необходимость их дублирования на территории области или соседних областей, определяют дублеров, формируют для них производственные связи, определяют время использования дублеров, способ дублирования. Предусматривается также переориентация предприятий гражданских отраслей для выпуска продукции оборонного назначения и резервирование производственных мощностей для покрытия дефицита выпуска важнейших видов продукции в чрезвычайных ситуациях, создание в малых и средних городах филиалов крупных предприятий и объединений, действующих в категорированных городах.

Надежность дублирования во многом будет зависеть от обеспеченности дублера энергией, кадрами, заранее подготовленной технической документацией. Важным элементом подготовки промышленности к работе в чрезвычайных ситуациях является кооперирование и специализация предприятий, расположенных на территории области. Это дает возможность полнее использовать местные сырьевые и энергетические ресурсы, вторичные

и попутные материалы, сократить объем перевозок. Кооперированию способствует переход предприятий на прямые хозяйственные связи, которые предусматриваются законом на предприятиях (объединениях). Прямые хозяйственные связи позволят сократить путь от производителя к потребителю, избавиться от необходимости хранения продукции на промежуточных складах и базах, расположенных часто в зонах возможных разрушений.

Подготовка промышленности к работе в чрезвычайных ситуациях достигается также внедрением в технологию производства малооперационных, максимально автоматизированных процессов. Немаловажная роль в подготовке промышленности отводится исключению, ограничению производства важнейших видов продукции за счет импортного дефицитного оборудования, сырья и материалов, замене их на отечественные виды.

Совершенно необходимым в подготовке промышленного производства на работе в чрезвычайных условиях является создание страхового фонда технической документации на выпуск важнейших видов оборонной и народнохозяйственной продукции, обеспечение надежности ее хранения. В целях обеспечения защиты основных производственных фондов, избежания возможных потерь и разрушений в чрезвычайных условиях предусматривается:

• внедрение технологических процессов и конструкций, обеспечивающих снижение опасности возникновения аварийных ситуаций, а также защиту уникального оборудования, аппаратуры и приборов в чрезвычайных ситуациях;

• размещение технологических установок и оборудования в тех случаях, когда это допустимо по условиям эксплуатации, на открытых площадях или под легкими огнестойкими навесами.

Ряд мероприятий по подготовке промышленного производства к работе в чрезвычайных условиях проводится с целью уменьшения опасности возникновения вторичных очагов поражения от АХОВ, ВВ, ЛВЖ (легковоспламеняющиеся жидкости), количество которых на некоторых предприятиях достигает нескольких десятков, сотен, а то и тысяч тонн. К таким мероприятиям относятся: обваловывание или заглубление емкостей с этими веществами; устройство поддонов, дополнительных емкостей для аварийного слива; самозапирающихся обратных клапанов и т. п.

Кроме того, предусматриваются мероприятия на «особый период» по максимально возможному сокращению запасов таких веществ, находящихся на промежуточных складах и в технических емкостях до минимума, необходимого в производственном процессе. Местные органы управления и управления по делам ГОЧС должны осуществлять контроль за тем, чтобы объем текущих запасов АХОВ и ВВ на предприятиях не превышал нормативов, устанавливаемых министерствами и ведомствами. Для

повышения пожаробезопасности внедряются автоматизированные системы сигнализации и пожаротушения, устраиваются искусственные водоемы.

Важным мероприятием на предприятиях с непрерывными технологическими процессами являются разработка и строгое соблюдение графиков по безаварийной остановке производства в случае внезапного отключения или прекращения подачи электроэнергии, воды, тепла.

Кроме общих мероприятий на объектах предусматриваются мероприятия исходя из особенностей конкретных объектов, а также той роли и места, которые они занимают в народном хозяйстве. В частности, на объектах пищевой промышленности предусматривается:

• внедрение автоматических и закрытых поточных линий, обеспечивающих надежную изоляцию пищевых продуктов от внешней среды, их расфасовку и упаковку в защитную тару;

• герметизация складов, хранилищ и холодильников;

• контроль зараженности пищевого сырья и продовольствия;

• внедрение современных методов и способов консервации и бесхолодильного хранения продовольствия и пищевых продуктов массового потребления с длительными сроками хранения.

В лесной, деревообрабатывающей промышленности, а также промышленности строительных материалов предусматривается:

• разработка технологических схем изготовления строительных материалов и конструкций с использованием местного сырья;

• использование отходов производства химической, металлургической местной и других отраслей промышленности для производства строительных материалов и других мероприятий.

В лесном хозяйстве (Федеральная служба лесного хозяйства России, Рослесхоз) предусматривается:

• защита лесов от биологических и химических средств поражения;

• проведение профилактических противопожарных мероприятий;

• внедрение новых средств и способов разведки и тушения лесных пожаров, особенно прилегающих к важным промышленным центрам, транспортным узлам и коммуникациям.

В местной промышленности предусматривается: наращивание производственных мощностей по переработке вторичного сырья и отходов химической, лесной, деревообрабатывающей промышленности, машиностроения, обработки металлов.

Основная роль в подготовке сельскохозяйственного производства к функционированию в чрезвычайных условиях принадлежит местным органам, которые осуществляют повседневное руководство сельским хозяйством на своих территориях.

Подготовка транспортной системы к работе в чрезвычайных ситуациях ведется в целях дальнейшего повышения ее надежности и возможностей по выполнению народнохозяйственных, воинских и эксплуатационных перевозок. Это достигается рассредоточенным размещением объектов

транспорта и транспортных средств, развитием и совершенствованием транспортных коммуникаций, повышением их пропускной способности, надежным обеспечением транспортных средств и объектов электроэнергией, топливом, водой, запасными частями и агрегатами, совершенствованием сетей ремонтных и обслуживающих предприятий. Значительная роль в подготовке транспортной системы принадлежит и местным органам управления, в том числе по делам ГОЧС.

Система материально-технического снабжения (МТС) сочетает территориальный и отраслевой принципы построения и основана на тесном взаимодействии соответствующих звеньев управления. В ее состав входят соответствующие министерства и ведомства, а также областные управления снабжения и сбыта. Исходя из сложной структуры системы МТС, подготовка ее к работе в чрезвычайных условиях является весьма трудным процессом. В целом эта подготовка должна быть направлена на бесперебойное обеспечение материально-техническими ресурсами отраслей, задействованных в выпуске оборонной и другой важнейшей продукции для удовлетворения неотложных нужд экономики и потребностей Вооруженных Сил, и включает в себя:

• рациональное размещение запасов материальных ресурсов на территории области и установление оптимальных объектов их хранения на базах и складах;

• совершенствование хозяйственных связей и кооперативных поставок в пределах области с максимальным использованием ее ресурсов и производственных мощностей;

• взаимное согласование действий всех участников процесса снабжения по переходу в военное время к единому руководству снабженческо-сбытовыми организациями, расположенными на территории области, независимо от ведомственной принадлежности;

• подготовку резервных и дублирующих вариантов МТС на случай нарушения установленных хозяйственных связей;

• изыскание возможностей замены дефицитных и импортных видов сырья и материалов;

• поиск возможностей по ускоренной отгрузке из категорированных городов готовой продукции, а также переадресовке поставок материальных средств.

Важное место в обеспечении устойчивого функционирования экономики области в чрезвычайных условиях занимает торговля и общественное питание. Мероприятия организационного характера предусматривают:

• создание на базе предприятий общественного питания подразделения для обеспечения продовольствием и предметами первой необходимости личного состава невоенизированных формирований и пострадавшего населения, также подготовку этих подразделений для работы в полевых условиях;

• закрепление на военное время предприятий торговли и общественного питания за предприятиями и учреждениями;

• организацию хранения продовольственных и других товаров с учетом обеспечения защиты этих товаров в чрезвычайных ситуациях;

• организацию контроля за зараженностью товаров и их обеззараживанием;

• подготовку к развертыванию предприятий торговли и общественного питания в местах размещения эвакуируемого и рассредоточенного населения.

Рассмотренные мероприятия по подготовке отдельных отраслей промышленности не гарантируют от возможных потерь и разрушений в чрезвычайных ситуациях мирного времени и тем более в военное время. Необходимость в восстановлении нарушенного хозяйства будет неизбежной.

6.3. Подготовка к выполнению работ по восстановлению экономики в ЧС

Восстановление объектов экономики и территорий, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций, в компетенцию РСЧС не входит. Однако при крупномасштабных чрезвычайных ситуациях для восстановительных работ могут быть привлечены все имеющиеся силы и средства, особенно в плане управления и подготовки восстановительных работ.

Подготовка к выполнению работ по восстановлению экономики области в чрезвычайных ситуациях начинается с прогноза возможной обстановки в результате крупных производственных аварий, катастроф, стихийных бедствий или воздействия современных средств поражения. Такой прогноз может быть сделан на основе исследовательских работ, а также выводов по расчетам методик и во время проводимых учений по ГО. По прогнозу возможной обстановки определяют характер, ориентировочные объемы восстановительных работ и необходимые для этого силы и средства. В последние годы такая работа существенно облегчена наличием у организаций специального документа – паспорта безопасности, в котором должны быть отражены все возможные уязвимости предприятий. Для успешного проведения таких работ в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, на транспорте, объектах связи, в капитальном строительстве и других отраслях заблаговременно создаются и готовятся к работе специальные восстановительные формирования. Структура, оснащенность формирований, предназначенных для восстановительных работ, определяются исходя из объема и характера предстоящих работ.

Для ремонтно-восстановительных работ на внешних электросетях, объектах нефте- и газоснабжения, линиях связи, на железнодорожном и автомобильном транспорте используются восстановительные формирования соответствующих министерств и ведомств и других учреждений и объектов. Эти формирования призваны устранять аварии, участвовать в ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф. Для этих формирований

заранее должны быть определены районы размещения на военное время, созданные склады и базы для хранения запасных частей и ремонтной техники.

Обеспечение восстановительных работ строительными механизмами и транспортом следует предусматривать за счет имеющихся на объекте средств, а также из ресурсов территорий. Для сокращения сроков восстановления экономики области необходимо заблаговременно разрабатывать не только типовые проекты и технические решения, но и нормативные документы с учетом допустимых для этих условий отклонений. Такие документы разрабатываются министерствами и ведомствами, органами управления экономикой области по подведомственному хозяйству.

Принимаются меры к обеспечению надежного хранения документации на восстановление (микрофильмирование и др.). Для успешного решения задач по восстановлению объектов экономики в условиях нарушенных транспортных и межхозяйственных связей на территории области важное значение имеет создание мобильных специализированных строительно-монтажных организаций. Большие возможности открываются в процессе дальнейшего развития стройиндустрии в целом, созданию в загородной зоне строительных организаций, развитию ремонтных баз.

При подготовке к выполнению работ по восстановлению экономики области следует изучать и брать на вооружение накопленный опыт по восстановлению объектов, получивших повреждения и разрушения в результате производственных аварий и стихийных бедствий и, в первую очередь, опыт ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС, землетрясения в Армении, других ЧС.

В выполнении комплекса мероприятий по подготовке и восстановлению экономики в военное время требуются совместные усилия территориальных и отраслевых органов управления экономикой, научно-исследовательских и проектных организаций, органов управления по делам ГОЧС всех степеней, особенно это относится к восстановлению объектов жизнеобеспечения.

Управления по делам ГОЧС участвуют:

• в подготовке исходных данных для оценки возможностей обстановки и определения ориентировочных объемов восстановительных работ, сил и средств, необходимых для их осуществления;

• в организации и проведении учреждений ГО для проверки разработанной документации и оценки эффективности намеченных мероприятий по подготовке к восстановлению;

• в разработке планов восстановления нарушенного хозяйства в военное время, объектов жизнеобеспечения при ЧС мирного времени.

Качественная подготовка к восстановлению окажет значительное влияние на повышение устойчивости функционирования экономики в военное время жизнеобеспечения населения при ЧС.

6.4. Подготовка системы управления экономикой в ЧС

Подготовка системы управления экономикой территории (отрасли) к решению задач в чрезвычайных ситуациях направлена на обеспечение непрерывного руководства деятельностью отраслевых и территориальных звеньев, а также на рациональное использование производственных мощностей, материальных и трудовых ресурсов в этих условиях. Система управления экономикой должна быть подготовлена к переходу, при необходимости, централизованного управления к децентрализованному. С этой целью предусматривается создание в установленном порядке системы запасных пунктов управления, оснащенных современными техническими средствами управления и обеспеченных необходимыми документами.

Важным мероприятием является подготовка территориальных органов к осуществлению управления всеми действующими на территории области (города) объединениями и объектами (независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности) при нарушении или неэффективной их связи с центральными и отраслевыми органами управления. В этой связи следует отметить, что до недавнего времени во всех областях создавались и действовали так называемые комиссии по повышению устойчивости функционирования экономики в военное время.

С целью повышения эффективности и качества управления экономикой ведется подготовка отраслевых и территориальных АСУ, а также АСУ производственных объединений и крупных предприятий для задач в чрезвычайных условиях.

Для получения необходимой информации об обстановке, доведения распоряжения до исполнителей при решении общих задач в чрезвычайных условиях организуется взаимодействие отраслевых, территориальных и военных органов управления, предусматривается согласованное использование пунктов управления и АСУ, сопряжение систем связи и оповещения.

В системе управления экономикой области важное место занимают управленческие кадры. Подготовка руководящего состава и специалистов органов управления экономики области обеспечивается проведением специальных занятий, самостоятельной работой по изучению соответствующих документов и литературы, обучением в УМЦ ГОЧС, а также на ведомственных курсах и в институтах повышения квалификации. Основной и наиболее эффективной формой подготовки органов управления и входящего в них персонала являются учения ГО. В ходе учений следует обращать внимание на совершенствование методов обобщения и анализа данных об обстановке, разработке обоснованных предложений для принятия решений, на своевременное доведение задач до исполнителей и осуществление контроля над выполнением мероприятий.

Современные подходы к решению проблемы функционирования объектов экономики и территорий в чрезвычайных ситуациях природного техногенного характера изложены в проекте «Общих требований по повышению устойчивости функционирования отраслей промышленности,

транспорта, энергетики и сельскохозяйственного производства в чрезвычайных ситуациях», разработанных во ВНИИ ГОЧС.

Эти требования сгруппированы по следующим основным направлениям:

• предотвращение (снижение риска) возникновения аварий и катастроф техногенного и природного характера в мирное время;

• обеспечение защиты населения, производственного персонала и его жизнеобеспечения;

• рациональное размещение объектов и его элементов;

• снижение тяжести (локализация) последствий ЧС;

• подготовка к работе в условиях ЧС;

• подготовка системы управления, сил и средств РСЧС к ликвидации последствий ЧС.

Приоритет совершенно справедливо отдан профилактике ЧС.

Требования по предотвращению аварий и катастроф техногенного и природного происхождения предусматривают:

• совершенствование основных фондов и производственных процессов;

• разработку (уточнение) и соблюдение требований и норм безаварийной работы;

• эффективный контроль над состоянием и режимов производства;

• проведение регулярного техобслуживания и ремонта;

• повышение квалификации персонала в области безаварийности производства.

Требования по защите производственного персонала (населения) и системы жизнеобеспечения предусматривают:

• своевременное оповещение персонала об аварии и стихийном бедствии (угрозе);

• создание и подготовка сил и средств для защиты персонала в ЧС;

• обучение персонала способам защиты в условиях ЧС;

• подготовка к оказанию первой медицинской помощи;

• подготовка систем жизнеобеспечения к работе в условиях ЧС.

Требования по рациональному размещению объектов и их элементов предусматривают:

• размещение объектов и выбор площадок для размещения их элементов с учетом рельефа, грунтовых и климатических условий, а также других особенностей местности;

• исключение (ограничение) размещения элементов объекта на локально неблагоприятных участках местности;

• рассредоточение элементов крупных объектов и их разукрупнение, ограничение расширения крупных производств;

• ограничение размещения опасных объектов в зонах опасных природных явлений и размещение их на безопасном удалении от других объектов;

• строительство базисных складов для хранения вредных, взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ за пределами территории объекта в загородной зоне.

Требования по снижению тяжести (локализации) последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий

Мероприятия должны быть направлены на уменьшение ущерба персоналу и населению, снижение экономического ущерба и ограничение (исключение) негативного воздействия на окружающую среду. Данные мероприятия подразделяют на две группы.

Защита основных производственных фондов (ОПФ) предусматривает:

• повышение физической стойкости основных производственных фондов;

• установку пожарной сигнализации, систем пожаротушения;

• внедрение технологий, конструкций зданий, оборудования, обеспечивающих снижение вероятности возникновения вторичных факторов поражения;

• защиту уникального и ценного оборудования, подготовку его к эвакуации.

Природоохранные мероприятия предусматривают:

• отчистку стоков, газов;

• герметизацию оборудования, трубопроводов;

• снижение использования в технологиях веществ, разрушающих озоновый слой атмосферы.

Требования по подготовке к работе в условиях ЧС предусматривают:

• обеспечение производства важнейших видов продукции (услуг);

• устойчивое снабжение материально-техническими ресурсами, энергией, водой;

• обеспечение безопасности работающих;

• оценку возможностей выпуска важнейших видов продукции;

• совершенствование производственных связей с поставщиками;

• подготовку к независимому функционированию отдельных производств;

• подготовку к работе по упрощенной технологии;

• создание минимально необходимых запасов материально-технических ресурсов;

• подготовку к использованию местных ресурсов;

• обеспечение автономными источниками энерго- и водоснабжения;

• электроснабжение объекта от двух и более источников;

• подготовку к централизованному отключению отдельных потребителей;

• обеспечение аварийного освещения территории и помещений;

• обеспечение объектов системами оборотного водоснабжения и автономными водозаборами.

Требования по ликвидации последствий ЧС

Требования направлены на создание условий для современного оповещения персонала и населения, а также проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Эти цели достигаются двумя путями:

заблаговременной подготовкой сил и средств РСЧС:

• создание и обучение формирований материально-технического обеспечения;

• создание чрезвычайных резервных фондов материально-технических ресурсов;

• подготовка к развертыванию постов наблюдения и контроля;

• подготовка к использованию местных ресурсов;

• обеспечение автономными энерго-, водоисточниками;

• создание и сохранение страхового фонда документаций;

подготовкой системы управления ведомственных подсистем РСЧС:

• разработка и постановка задач отраслевым звеньям на ликвидацию последствий ЧС;

• создание сети наблюдения и лабораторного контроля на территории объектов отрасли и прилегающих мест;

• создание систем оповещения;

• создание систем сбора и анализа информации об источниках ЧС;

• создание системы пунктов управления;

• уточнение прогнозов возможных ЧС и планов действий;

• организация взаимодействия различных органов управления;

• подготовка отраслевых и объектовых АСУ к работе в ЧС;

• подготовка персонала органов управления отрасли и объекта;

• обеспечение контроля за безопасным функционированием объектов;

• обеспечение НИОКР по проблемам повышения устойчивости.

Обеспечение устойчивого функционирования экономики – сложная многоплановая проблема, имеющая глубокие корни в исторической ретроспективе. Опыт, накопленный в гражданской обороне, проведенные научные исследования и опыт промышленно развитых стран свидетельствуют о необходимости сосредоточения усилий государственных структур управления на решении, прежде всего, задачи профилактики чрезвычайных

ситуаций техногенного характера. Общие требования к отраслям экономики являются фундаментом для разработки реализации комплекса заблаговременно проводимых мероприятий практически на всех объектах экономики. Для решения проблем профилактики чрезвычайных ситуаций в последние годы в РФ развернута сеть образовательных центров, призванных обеспечить для этой цели кадры высококвалифицированных специалистов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные направления работы предприятий для повышения устойчивости их функционирования в условиях ЧС.
2. Что понимают под рациональным размещением производительных сил на территории страны?
3. Какие существуют возобновляемые источники энергии?
4. Что такое категорированные города?
5. На сколько дней создается запас воды и реагентов для очистки сточных жидкостей?
6. Почему для целей безопасности необходимо предусматривать замещение импортного оборудования в условиях ЧС?
7. В каких случаях предусматривается переработка вторичного сырья?
8. В каких мероприятиях участвуют органы управления ГОЧС при восстановительных работах?
9. Назовите общие требования для предотвращения аварий и катастроф.
10. Назовите основные требования для снижения тяжести последствий аварий и катастроф.

Глава 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧС

Организация устойчивости на объектах должна учитывать не только задачи, стоящие перед объектовыми органами управления, но и обеспечивать реальную безопасность территорий. В связи с этим основным принципом организации исследований устойчивости на объекте является принцип персональной ответственности за правильность, полноту организации работ и достоверность полученной в результате исследований информации, а также за эффективность и полноту планируемых мероприятий по повышению устойчивости рассматриваемого объекта. Кроме того, исследовательская работа на объекте требует от исполнителей и заинтересованных в результатах этой работы организаций использования еще ряда принципов, список которых составляют:

- принцип научности проводимой работы;
- принцип комплексного подхода;
- принцип многократного дублирования исследовательских работ;
- принцип практической направленности.

Инициаторами проведения исследований являются министерства (ведомства) и местные территориальные органы управления. Планируя и определяя очередность проведения исследований на подведомственных объектах, они учитывают:

- важность объекта, значение его для отрасли промышленности, экономики республики (области, края);
- возможность использования разработанных в ходе исследований рекомендаций на других, действующих и проектируемых объектах аналогичного профиля.

Если исследования на объектах отрасли проводятся впервые, целесообразно на главных предприятиях их проводить как показные, что поможет в организации этой работы на других объектах данной отрасли экономики.

В соответствии с разработанными планами проведения исследований для каждого подведомственного объекта отдается приказ или распоряжение министра (или его заместителя, начальника главка, начальника производственного объединения) либо решение Совета директоров объединения, концерна, корпорации и т. д. Подготавливают проекты приказов, распоряжений отделы (группы) специалисты в области промышленной безопасности. В этих документах для каждого объекта определяются сроки проведения исследований, тема, цели и задачи по отработке вопросов устойчивости, указываются привлекаемые к проведению исследования специалисты НИИ, проектных и других организаций министерства.

Организаторами исследований устойчивости объектов экономики являются руководители этих предприятий.

Подготовка к проведению исследований может осуществляться самостоятельно по приказу руководителя предприятия при случаях угрозы или вероятности возникновения опасных факторов, реализация которых может привести к тяжелым последствиям. Кроме того, исследовательские работы могут проводиться для корректировки планов ГО; разработки и корректировки деклараций безопасности промышленного объекта.

Независимо от форм собственности объекта исследования, его устойчивости могут планироваться и проводиться на основании распоряжения территориальных органов управления административно-территориальных единиц, в пределах которых они расположены.

При планировании проведения исследований устойчивости территориальные органы управления РСЧС готовят список объектов и организаций, расположенных на подведомственной территории, где должны готовиться и проводиться эти исследования, в который включаются: все категорированные объекты (объекты, продолжающие работу в военное время или переносящие производственную деятельность в загородную зону); все потенциально опасные объекты независимо от ведомственной принадлежности; объекты с непрерывной технологией производства; объекты транспорта; объекты и организации, обеспечивающие управление в ЧС. Кроме того, сюда входят объекты жизнеобеспечения, включающие:

• топливно-энергетический комплекс;

• агропромышленный комплекс;

• системы коммунально-энергетического хозяйства населенных пунктов;

• объекты связи и оповещения;

• строительные организации и заводы по производству стройматериалов;

• объекты здравоохранения и местной промышленности, продукция или услуги которых необходимы для жизнеобеспечения в чрезвычайных ситуациях на рассматриваемой территории. Список объектов утверждается главой администрации АТЕ (административно-территориальной единицы).

Комплексные исследования объектов проводятся раз в пять лет, однако возможны внеплановые исследовательские работы, необходимость в которых может быть вызвана:

• прогнозированием возможных разрушительных землетрясений, катастрофических затоплений (наводнений, паводков, ураганов) и других опасных природных явлений;

• возникновением реального проявления опасностей техногенного характера (в т. ч. военной и угрозы терроризма);

• развитием инфраструктуры промышленных районов;

• планированием мероприятий по обеспечению устойчивости территорий;

• проведением повторных исследований состояния объекта, восстановленного после реализации опасностей техногенного или природного характера.

На основании плана работы и анализа получаемых прогнозов опасных факторов органы управления РСЧС административно-территориальных единиц разрабатывают и представляют на утверждение главе администрации проект распоряжения на проведение исследований устойчивости объекта (учреждения, организации). Объектовые органы управления в этом случае руководствуются в выборе целей исследований рекомендациями территориальных органов управлений по делам ГОЧС.

После получения распоряжения (приказа) на проведение исследований устойчивости работы объекта начальник гражданской обороны (директор предприятия) организует их подготовку. В первую очередь определяется состав специалистов объекта, которых необходимо привлечь к проведению исследований. Состав участников работы определяется целями и задачами, поставленными на данных исследованиях с учетом специфики объекта. Решение основных задач возлагается на руководство объекта и его главных специалистов.

С целью обеспечения полноты и правильности получаемой при проведении исследований информации территориальные органы управления привлекают к проведению исследований территориальные органы Государственного надзора. Последние выполняют надзорные и консультационные функции на объекте параллельно с проводимыми основными мероприятиями. В данном случае органы госнадзора представляют интересы территориальных органов управления и способствуют обеспечению снижения риска возникновения аварии на подконтрольной территории. В составе специальной группы от территориальных ОУ РСЧС могут быть представлены специалисты различных надзорных органов.

Состав специальной группы определяется и уточняется территориальными органами управления по делам ГО и ЧС.

Государственные надзорные органы могут не привлекаться, но в качестве оказания консультационной помощи объект может взаимодействовать с ними напрямую без участия местных органов исполнительной власти. В любом случае из специалистов предприятия организуются следующие исследовательские группы (группы специалистов):

• руководителя исследований во главе с директором или главным инженером объекта;

• начальника отдела капитального строительства (заместителя директора по реконструкции);

• главного механика;

• главного технолога;

• главного энергетика;

• заместителя директора по снабжению и сбыту (начальника материально-технического снабжения);

• группа отделов и служб ГО.

Отдел ГО является организующим звеном между всеми исследовательскими группами. В зависимости от специфики объекта и поставленных задач исследовательские группы могут иметь другие названия, а количество их может быть увеличено или уменьшено. Например, на металлургических предприятиях целесообразно создавать группу главного металлурга.

Кроме руководящих работников объекта на наиболее крупных объектах для проведения исследований распоряжением (приказом) по министерству могут привлекаться представители главков, управлений и отделов министерств, работники научно-исследовательских и проектных организаций.

В процессе исследований объект привлекает на договорной основе для решения отдельных вопросов специалистов профильных научных и проектных организаций, а также представителей территориальных органов управления. После определения состава участников исследований группа руководства подготавливает необходимые документы и организует работу исследовательских групп.

Основными документами для организации исследований устойчивости объекта экономики являются:

• приказ директора объекта (руководителя исследований);

• календарный план основных мероприятий подготовки и проведения исследований;

• план проведения исследований.

7.1. Документы, разрабатываемые при подготовке исследований

Приказ директора завода (руководителя исследований)

Приказ директора завода вырабатывается на основании приказа министерства (ведомства) с учетом особенностей предприятия и конкретных условий, связанных с производственной деятельностью объекта в период проведения исследований.

Приказ директора предприятия может готовиться на основании ранее разработанных основных мероприятий в самостоятельном порядке.

В приказе указывается:

– содержание предстоящей работы и основание для ее организации;

– время проведения исследований;

– цели исследования устойчивости работы объекта;

– состав участков предстоящей исследовательской работы;

– основные задачи расчетно-исследовательских групп;

– порядок проведения исследований;

– сроки готовности отчетной документации.

В соответствии с приказом группа руководителя исследований совместно с отделом ГО разрабатывает календарный план основных мероприятий по подготовке и проведению исследований устойчивости работы объекта и план проведения исследований устойчивости объекта.

Календарный план основных мероприятий по подготовке и проведению исследований устойчивости работы объекта

Календарный план определяет основные мероприятия и сроки (время) их проведения, исполнителей, привлекаемых к выполнению постановленных задач. Мероприятия, указанные в календарном плане, целесообразно разбивать по периодам проведения работы. План подписывается начальником группы исследований и утверждается директором (руководителем исследований).

При привлечении к исследованиям НИИ, проектных и других организаций календарный план согласовывается с руководителями этих учреждений и объектов.

План проведения исследований устойчивости работы объекта

План проведения исследований является основным документом, определяющим содержание работы руководителя исследований и групп главных специалистов.

В плане указывается:

– тема исследований;

– цель исследований;

– продолжительность исследований;

– состав участков исследований;

– порядок проведения исследований.

Порядок проведения исследований определяется в табличном виде.

Работа исследовательских групп, как правило, разбивается на этапы.

1-й этап. Оценка устойчивости работы объекта в условиях военного времени, а также природных ЧС (землетрясения, наводнения, паводка и т. д.).

2-й этап. Разработка мероприятий, повышающих устойчивость работы объекта в рассматриваемых условиях.

План проведения исследований подписывается лицом, возглавляющим группу руководителя исследований, и утверждается руководителем исследований.

Кроме указанных основных документов, определяющих организацию и содержание исследований, как показывает опыт, целесообразно составлять для каждой исследовательской группы задания, в которых указывать основные вопросы, подлежащие проработке в процессе исследований. Задания

могут составляться в виде развернутой выписки из плана проведения исследований.

После подписания плана руководителем исследований (директором объекта) и разработки календарного плана созывается организационное совещание всех участников. На совещании зачитывается приказ, доводится порядок работы определенным календарным планом, ставятся общие задачи группам специалистов. Постановка общих задач позволит участникам уяснить сущность предстоящих исследований и организовать подготовку к ним.

Задачи, постановленные участникам, могут быть следующими:

• произвести оценку устойчивости зданий, сооружений, технологического и другого оборудования, наземных и подземных коммуникаций при действии на них поражающих факторов, вызванных чрезвычайной ситуацией;

• определить условия защиты рабочих и служащих от поражающих факторов и производственных опасностей;

• оценить пожарную опасность зданий и сооружений, технологических установок, сырья;

• оценить возможность возникновения поражений и разрушений от вторичных факторов, возникающих на исследуемом или соседнем объекте;

• изучить условия снабжения объекта всем необходимым для организации производства в военное время либо в ЧС техногенного (природного) характера;

• оценить возможности работы объекта в различных условиях загрязнения окружающей среды;

• оценить величину ущерба, возможности и целесообразность восстановления объекта в зависимости от различных степеней его разрушения;

• разработать предложения на проведение в мирное время мероприятий, направленных на повышение устойчивости работы объекта;

• разработать предложения на проведение восстановительных работ.

Поставленные участникам исследовательской работы задачи должны охватывать все основные направления повышения устойчивости объекта экономики. После доведения общих задач руководитель исследования определяет сроки самостоятельной работы участников исследования по изучению необходимых для расчетов и организации работы документов и литературы. В процессе подготовки к исследованиям рекомендуется изучить следующие документы:

• нормы проектирования инженерно-технических мероприятий ГО;

• справочные данные по оценке возможного воздействия ядерных взрывов на объекты экономики и население городов;

• правила пожарной безопасности РФ;

• справочник по расчету поражения объектов ядерным оружием и оценке радиационной обстановки.

В период подготовки участников исследований целесообразно планировать и проводить занятия, на которые следует приглашать специалистов гражданской обороны – работников отделов, управлений и служб ГО. По окончании разработки всех документов руководитель исследований организует общий сбор участников исследований, на котором уточняются общие и ставятся частные задачи каждой расчетно-исследовательской группе, определенные планом проведения исследований.

7.2. Оценка устойчивости работы объекта

Оценка устойчивости работы объекта производится расчетно-исследовательскими группами без отрыва от производства в течение 15-40 дней в зависимости от величины объекта, сложности производства, уровня подготовки специалистов и других условий. В определенные дни руководителем исследований могут назначаться общие сборы. Группы специалистов при необходимости организуют совместную работу по исследованию устойчивости.

Под оценкой устойчивости работы объекта следует понимать всестороннее изучение условий, в которых будет протекать производственная деятельность предприятия в военное время, либо в ЧС техногенного или природного характера.

В процессе проведения исследований производится:

• оценка устойчивости объекта от поражающих факторов ядерного взрыва;

• определение характера и степени возможных поражений от вторичных причин;

• оценка надежности систем управления, снабжения и производственных связей;

• учет возможности резервного и автономного обеспечения объекта энергией, сырьем, топливом и другими видами снабжения;

• анализ условий работы объекта при переводе на особый режим;

• изучение возможности восстановления производства в случае его нарушения в военное время либо в зонах ЧС.

Каждая группа специалистов производит необходимые расчеты в своей сфере деятельности и определяет устойчивость своих производственных элементов. Результаты исследований, проведенные отдельными расчетно-исследовательскими группами, обобщаются, что дает возможность оценить общую устойчивость работы объекта.

Работа группы начальника отдела капитального строительства (ОКС)

Первым вопросом, который должна исследовать группа начальника отдела капитального строительства (ОКС), является изучение возможности укрытия рабочих и служащих в защитных сооружениях.

Группа совместно с начальником отдела ГО объекта определяет:

• количество имеющихся убежищ на территории объекта, их вместимость, защитные свойства и соответствие требованиям Норм проектирования;

• возможность укрытия рабочих и служащих в защитных сооружениях, расположенных на прилегающей к объекту территории, а также в метрополитене, в шахтах и горных выработках;

• защитные свойства и возможность приспособления под убежища подвалов и других заглубленных помещений;

• наличие защищенных пунктов и пультов управления и узлов связи;

• способы укрытия дежурного персонала, остающегося по сигналам оповещения у станков и агрегатов, работу которых нельзя прекратить;

• возможность укрытия рабочих и служащих в загородной зоне от опасностей техногенного характера.

Группа определяет устойчивость инженерно-технического комплекса объекта. Оценка устойчивости зданий и сооружений от воздействия ударной волны производится следующим образом:

• на основе проектной документации и изучения фактического состояния всех зданий, сооружений, установок и отдельных элементов объекта определяется конструктивная (прочностная) характеристика;

• рассматриваемые здания и сооружения ставятся в условия воздействия на них различных по величине избыточных давлений во фронте ударной волны ядерного либо иных видов взрыва. Расчеты обычно ведутся на избыточное давление 0,05; 0,1; 0,3; 0,4 и 0,5 кгс/см^2. Выбор избыточных давлений производится в зависимости от специфики объекта и, главным образом, характера его технологического процесса;

• по таблицам определяются степени разрушения (слабые, сильные, средние и полные) при различных избыточных давлениях. При этом рассматривается характер разрушений отдельных элементов: перекрытий, стен, оконных и дверных заполнений, перегородок.

Полученные результаты наносятся на генплан и заносятся в таблицу оценки устойчивости зданий и сооружений. Для большей наглядности на генплане внутри контуров зданий и сооружений различными цветами показываются степени разрушений, образующиеся при рассчитанных избыточных давлениях.

Степени разрушения на генплане и в таблице принято обозначать цветами: слабые – желтым, средние – зеленым, сильные – синим, полные – красным. В таблице оценки устойчивости перечисляются рассматриваемые здания и сооружения, дается их характеристика и в столбцах, показывающих принятые для расчета давления, обозначаются степени разрушения.

Кроме оценки устойчивости инженерно-технического комплекса от воздействия ударной волны группа начальника ОКС совместно с начальником противопожарной службы (ППС) оценивает противопожарную устойчивость зданий и сооружений объекта от светового излучения и вторичных факторов поражения.

Для оценки противопожарной устойчивости объекта расчет производится в следующем порядке:

• определяется характеристика зданий и сооружений объекта по степени огнестойкости и категории пожаро- и взрывоопасности;

• производится оценка предварительной пожарной обстановки, для чего пользуются Справочником по противопожарной службе гражданской обороны;

• наносятся на генплан объекта все данные о возможной обстановке условными знаками.

Группа начальника ОКС совместно с главным механиком, технологом и энергетиком определяет возможные повреждения и разрушения внутреннего станочного оборудования, коммуникаций и нарушения технологического процесса в результате деформации и обрушения конструкций зданий и сооружений.

По результатам подведенных исследований и расчетов группа начальника ОКС подготавливает доклад, к которому прилагается необходимые таблицы, схемы, планы и расчеты.

Работа группы главного механика

Работа группы на первом этапе заключается в оценке устойчивости станочного, технологического и лабораторного оборудования. Для этого все станки и оборудование классифицируется по видам и прочности. При составлении характеристики станков отдельно учитывается наиболее ценное и уникальное оборудование, анализируются последствия разрушений.

Главный энергетик составляет доклад по оценке устойчивости, все данные исследований наносит на генплан и заносит в таблицу оценки устойчивости.

Работа группы снабжения

Группа снабжения и сбыта анализирует организацию обеспечения объекта всем необходимым для выпуска продукции в военное время либо в чрезвычайных ситуациях. При этом оцениваются:

• производственные и кооперативные связи;

• наличие поставщиков-дублеров;

• условия получения и отправки продукции и устойчивости транспортных коммуникаций;

• наличие и условие хранения запасов и резервов непосредственно на объекте, а также на складах и базах;

• устойчивость существующих и намеченных на особый период связей с поставщиками и потребителями.

Группа готовит доклад по указанным вопросам, к которому рекомендуется прилагать таблицу, определяющую организацию снабжения в чрезвычайных условиях.

Работа отдела и служб ГО объекта

Важную роль в организации и проведении исследований должны сыграть отдел и службы Гражданской обороны объекта. Начальник отдела ГО и другие освобожденные работники гражданской обороны работают в группе руководителя исследований и решают основные организационные вопросы. Кроме того, они решают некоторые вопросы, связанные со своими функциональными обязанностями.

Группа отдела гражданской обороны оценивает общее состояние ГО объекта и определяет мероприятия для обеспечения надежной защиты рабочих и служащих. В эту группу входит ряд объектовых служб, выполняющих соответствующие функции.

Служба оповещения и связи изучает и оценивает устойчивость связи с местными органами управления РСЧС, органами власти, производственными подразделениями и формированиями. Оценивает надежность системы оповещения, полноту оборудования пунктов управления и узлов связи.

Служба убежищ и укрытий оценивает правильность эксплуатации убежищ и укрытий, готовность их к использованию по прямому назначению. Рассчитывает время на оповещение рабочих и служащих, сбор и укрытие их в защитных сооружениях. Представляет в группу начальника отдела МТС заявку на необходимое количество продовольствия для закладки его в убежища.

Служба противорадиационной и противохимической защиты оценивает возможности работы объекта при различных уровнях загрязнений и дает рекомендации по защите рабочих и служащих от радиоактивного заражения (загрязнения), определяет варианты режимов противорадиационной защиты людей в условиях радиоактивного заражения (загрязнения) различной степени. Разрабатывает график рабочих смен при проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ. Анализирует обеспеченность рабочих и служащих средствами индивидуальной защиты, условия хранения и порядок выдачи этих средств. Готовит предложения по организации и ведению разведки (радиационной и химической), организации санитарной обработки людей, обеззараживанию одежды, транспорта, техники и сооружений с указанием сил и средств для выполнения этих задач.

Медицинская служба разрабатывает мероприятия по организации медицинского обслуживания рабочих и служащих на объекте в загородной

зоне, а также при проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ. Определяет возможные потери персонала, силы и средства для оказания первой медицинской помощи. Вырабатывает рекомендации по организации дозиметрического контроля при пребывании людей в зонах заражения и рекомендации по защите продуктов питания и водоисточников.

Служба охраны общественного порядка разрабатывает мероприятия по усилению пропускного режима, охране материальных ценностей и опасных веществ и материалов, сырья, промежуточных продуктов производства, готовой продукции. Обеспечивает общественный порядок на объекте в ходе эвакуации и рассредоточения, определяет ответственных лиц по обеспечению порядка при укрытии рабочих и служащих по сигналам оповещения и др.

Начальник отдела ГО объекта совместно с группой руководителя исследований и с начальником связи изучает и оценивает устойчивость системы управления объектом в чрезвычайных условиях с учетом перевода его на особый режим работы рабочих и служащих в загородной зоне.

Работа группы руководителя исследований

Группа руководителя исследований организует и координирует работу всех групп. Результаты оценки устойчивости работы объекта, полученные каждой группой специалистов, докладывают руководителю исследований, который после обобщения данных ставит следующие задачи: изучить все имеющиеся возможности по укрытию рабочих и служащих в защитных сооружениях, определить предел устойчивости инженерно-технического комплекса по основным поражающим факторам существующих опасностей. На плане объекта в контуре зданий и сооружений выделяют несколько частей, в каждой из них показывают установленными цветами величины избыточных давлений, приводящих к выходу зданий и сооружений из строя. По результатам оценки устойчивости к воздействию опасных факторов составляется сводная таблица оценки устойчивости объекта.

Изучение отработанных документов и в первую очередь сводной таблицы позволяет определить, при каких параметрах среды выходит из строя основная группа сооружений, и сделать вывод о пределе устойчивости объекта в целом по каждому опасному показателю.

Цех, который имеет минимальную устойчивость, требует проведение определенных мероприятий по повышению его устойчивости до принятого предела. При этом учитывается важность каждого элемента и влияние его на всю производственную деятельность объекта.

Группа руководителя исследований при обобщении материалов, представленных группами специалистов, определяет возможное возникновение вторичных факторов поражения. При оценке устойчивости объекта по воздействию вторичных поражающих факторов выявляют возможные внешние и внутренние источники их возникновения;

устанавливают, какой вид поражения следует ожидать (взрывы, затопления, пожары, загазованность и т. д.); определяют характер и объем возможных разрушений и потерь (наносимый ущерб и влияние его на производственную деятельность). Данные по возможному воздействию вторичных факторов поражения целесообразно обобщать в таблице.

Группа руководителя обобщает результаты оценки условий снабжения предприятия в чрезвычайных условиях. Для этого определяют:

• необходимый объем всех видов обеспечения (сырья, топлива, комплектующих изделий, электроэнергии, воды, газа и т. д.);

• возможности восполнения этих потребностей за счет имеющихся на объекте запасов и мощностей;

• возможные варианты получения необходимых материальных средств от поставщиков-дублеров и местных источников (от других предприятий, областных и городских организаций и т. д.);

• условия хранения резервов и запасов;

• другие вопросы надежного обеспечения предприятий всем необходимым для организации выпуска продукции в военное время.

Кроме того, группа руководителя исследований совместно с начальником отдела анализирует план ГО объекта с точки зрения его соответствия требованиям, предъявляемым к обеспечению устойчивости согласно Нормам проектирования инженерно-технических мероприятий ГО. В результате всесторонней оценки устойчивости работы объекта группа руководителя исследований получает возможность сделать выводы, каким специалистам и на каких участках необходимо разработать и предусмотреть проведение организационных и инженерно-технических мероприятий с целью повышения устойчивости работы объекта и ликвидации выявленных слабых мест.

В результате обобщения расчетов группа руководителя составляет доклад об итогах оценки устойчивости работы объектов и определяет задачи расчетно-исследовательским группам на последующий этап работы.

7.3. Разработка мероприятий, повышающих устойчивость работы объекта

Разработка таких мероприятий направлена на повышение устойчивости работы объекта и производится тем же составом групп специалистов, что и при оценке устойчивости, но в более тесном взаимодействии между ними. Каждая группа специалистов рассматривает возможности повышения устойчивости работы объекта путем проведения организационных и инженерно-технических мероприятий.

Разработка мероприятий ведется согласно указаниям итогового доклада о результатах работы на первом этапе. При этом каждая группа решает задачи, связанные с родом своей производственной деятельности.

Группа начальника отдела капитального строительства

Одной из важнейших задач группы начальника ОКС является определение всех возможных способов защиты производственного персонала объекта от средств поражения противника и производственной опасности путем использования имеющихся и строительства недостающих убежищ на территории объекта и укрытий в загородной зоне. При этом должны быть учтены все заглубленные помещения, которые возможно приспособить под убежища.

Так как помещения, приспосабливаемые под убежища, в мирное время заняты под производственные и хозяйственные нужды, то следует предусмотреть порядок переоборудования и использования их в чрезвычайных ситуациях. При отсутствии или недостатке таких помещений необходимо определить целесообразные варианты возведения отдельно стоящих убежищ.

В случае недостатка защитных сооружений нужно предусмотреть возведение с введением в действие планов Гражданской обороны убежищ с упрощенным оборудованием.

Группа начальника ОКС разрабатывает мероприятия по повышению конструктивной устойчивости зданий и сооружений, если были сделаны выводы о целесообразности и возможности их использования. Прочность и конструктивная устойчивость зданий может быть повышена путем увеличения жесткости отдельных конструкций, постановки дополнительных связей путем уменьшения пролетов, применения более прочных материалов и другими способами. Следует подчеркнуть, что увеличение конструктивной прочности всегда связано с большими затратами и техническими трудностями. В некоторых случаях более выгодно построить новые сооружения, чем повышать устойчивость существующих зданий. Поэтому планируется повышение конструктивной (физической) устойчивости только тех зданий и сооружений, которые, по оценке специалистов объекта, имеют особое значение для всего производства.

Особое внимание необходимо уделить проектам нового строительства и капитального ремонта зданий. При проектировании новых или коренной реконструкции старых зданий можно добиться сочетания инженерных решений с мероприятиями по повышению их устойчивости без существенного удорожания.

Повышение устойчивости зданий и сооружений не будет эффективным, если одновременно не принять мер по повышению их пожаро- и взрывоустойчивости. Поэтому группа ОКС совместно с начальником ППС вырабатывает противопожарные мероприятия.

Группа принимает участие в разработке плана перевода объекта на особый режим работы. Большое значение имеет разработка вариантов плана восстановления объекта по различным степеням его поражения. Составляя

такой план совместно с другими группами специалистов, отдел капитального строительства должен возглавить эту работу.

Группа главного механика

Группа главного механика разрабатывает мероприятия по повышению устойчивости станочного, технологического и лабораторного оборудования. В первую очередь разрабатываются мероприятия по защите уникального оборудования от воздействия возможных опасных факторов и обломков конструкций обрушивающихся зданий. Рассматриваются возможности установки такого оборудования в защищенных помещениях, прочное крепление к фундаментам, использование для защиты от обломков навесов, футляров, шатров, кожухов и т. д.

Группа определяет целесообразность создания резерва оборудования с учетом предстоящей перестройки производства при переходе на выпуск продукции военного времени. Большое значение имеет решение вопроса по созданию запасов слабоустойчивой аппаратуры и оснастки станков и агрегатов, которые могут выйти из строя при небольших нагрузках, в то время как сами станки и агрегаты при аналогичных воздействиях сохраняются.

Группа главного механика определяет порядок эксплуатации оборудования при переводе объекта на особый режим работы; разрабатывает мероприятия, обеспечивающие безаварийное и быстрое прекращение работы станков по сигналам оповещения. Помимо вопросов защиты оборудования, группа главного механика отрабатывает варианты восстановления оборудования при различных степенях поражения.

Группа главного технолога

Группа главного технолога работает в тесном контакте с группой главного механика, главного энергетика, начальника отдела снабжения и сбыта, а также с другими специалистами и отделом ГО объекта. Главная задача группы – разработать (уточнить) мероприятия по переводу объекта на особый режим работы.

Группа устанавливает количество смен, разрабатывает распорядок дня с учетом распределения времени для работы и отдыха; устанавливает, какие цехи, участки и другие подразделения объекта не будут участвовать в изготовлении продукции по планам военного времени либо в условиях чрезвычайных ситуаций, и определяет их новое предназначение; отрабатывает порядок плановой и внезапной остановки производства по сигналам оповещения, определяет возможности сокращения подачи горючих и взрывоопасных смесей в технологические коммуникации объекта; разрабатываются варианты изменения технологического процесса при выходе из строя отдельных участков.

Группа главного технолога совместно с другими группами специалистов определяет возможность восстановления производства в случае возникновения разрушений.

Группа главного энергетика

Группа главного энергетика определяет различные варианты организации аварийного энергоснабжения в случае выхода из строя сетей и объектов электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения, снабжения теплом, кислородом и т. п. Она рассматривает возможности аварийного снабжения за счет имеющихся на объекте автономных источников: дизельных электростанций, аварийных скважин, головных сооружений водоснабжения, электропоездов и т. п. При этом определяется возможность их использования в первую очередь для ведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также для обеспечения тех станков, агрегатов и участков производства, работу которых нельзя прекратить по причине возможного возникновения аварий и образования вторичных факторов поражения в случае внезапной их остановки.

Группа энергетика определяет порядок использования имеющихся и выделяемых по планам штабов и служб ГО подвижных источников энергоснабжения: передвижных электростанций, компрессорных станций, плавучих водоприемников и т. п. Группа разрабатывает мероприятия по выполнению конструктивной (физической) устойчивости энергетических объектов и коммуникаций и исключению образования вторичных факторов поражения.

Группа руководителя исследований

Группа руководителя исследований организует работу всех расчетно-исследовательских групп и помогает им в выработке мероприятий. Она выявляет вопросы, требующие совместного решения несколькими группами, координирует их работу и организует взаимодействие. С помощью заместителя директора предприятия по ГО группа руководителя исследований организует консультации по вопросам, находящимся в компетенции работников отдела ГО и других объектов экономики, организует работу специалистов других организаций.

По итогам проведенной работы группа обобщает результаты исследований и составляет отчетный доклад, в котором излагаются:

• тема, цели, задачи и особенности проведенных исследований;

• выводы из оценки устойчивости работы объекта;

• результаты исследований, полученные каждой расчетно-исследовательской группой, предлагаемые ими мероприятия и их анализ;

• решенные задачи, которые можно выполнить силами объекта, и сроки их осуществления;

• предложения, которые будут представлены на рассмотрение в министерство, объект управления административно-территориальной единицы;

• вопросы, не решенные в ходе исследований и требующие доработки в соответствующих научно-исследовательских, проектных и конструкторских организациях.

К отчетному докладу прикладываются графики, схемы, таблицы с выработанными рекомендациями, а также копии исходных материалов (приказы, планы и т. д.).

На основе отчетного доклада после предварительного обсуждения группа руководителя разрабатывает план мероприятий по повышению устойчивости работы объекта в ЧС техногенного, природного характера (или в военное время в зависимости от цели и задания). С привлечением финансового отдела определяется стоимость внедрения планируемых мероприятий, источники финансирования, привлекаемые силы, средства и организации, сроки выполнения и ответственные за выполнение лица. План мероприятий, планируемых и проводимых силами объекта, утверждается руководителем предприятия. При сохранении ведомственной подчиненности план мероприятий, требующих больших материальных затрат, направляется на утверждение старшему начальнику. Правильность проведения расчетов и реальность выработанных предложений и рекомендаций могут быть проведены на специальном объектовом учении.

В заключение проводится разбор проведенной работы. После разбора отчетные материалы представляются в территориальные органы управления РСЧС для обобщения и принятия решений по претворению в жизнь разработанных мероприятий.

Мероприятия по повышению устойчивости работы объекта экономики планируются заблаговременно. Проводятся постоянно как при угрозе реализации опасностей техногенного (в т. ч. военного) и природного характера, так и в процессе реализации этих опасностей. На каждом предприятии, исходят из его назначения, размещения и специфики производства, поэтому мероприятия могут быть различными.

Для повседневной плановой работы по повышению устойчивости работы объекта планируются трудоемкие мероприятия, требующие значительных затрат и времени. Экономическая эффективность этих мероприятий может быть достигнута при их максимальной увязке с задачами по обеспечению безаварийной работы объекта, улучшению условий труда, совершенствованию технологии и производственного процесса. На период непосредственной угрозы реализации опасности (в т. ч. военной) планируются мероприятия, которые могут быть легко реализованы или выполнение которых в обычной обстановке нецелесообразно.

Рассмотренный порядок подготовки и проведения исследований устойчивости объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций не является шаблоном и не отражает всех особенностей объектов различных

отраслей экономики. В зависимости от специфики предприятий методика и состав отрабатываемых вопросов и документов могут отличаться друг от друга. Во всех случаях отработка вопросов устойчивости должна вестись творчески, с привлечением руководителей и главных специалистов объекта, представителей научно-исследовательских и проектных организаций, а также работников органов управления и служб гражданской обороны.

От источников этих исследований зависит разработка, планирование и проведение в жизнь экономически обоснованных и эффективных мероприятий гражданской обороны, направленных на выполнение устойчивости работы объектов экономики.

Обеспечение устойчивого функционирования экономики – сложная многоплановая проблема, имеющая глубокие корни в исторической ретроспективе. Опыт, накопленный в гражданской обороне, проведенные научные исследования и опыт промышленно развитых стран свидетельствуют о необходимости сосредоточения усилий государственных структур управления на решении, прежде всего, задачи профилактики чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

7.4. Исследование устойчивости объектов экономики

Положение о единой Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций обязало органы управления территориальных и ведомственных подсистем на любом уровне от местного до федерального «… разрабатывать и осуществлять мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций, уменьшению ущерба от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и воздействия современных средств поражения противника, обеспечению надежности роботы потенциально опасных производств и объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций».

Одной из фундаментальных основ выполнения задач по повышению устойчивости работы объектов экономики являются Нормы проектирования инженерно-технических мероприятий Гражданской обороны (Нормы ИТМ ГО). Они требуют от федеральных, ведомственных органов управления РСЧС планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости работы объектов экономики – предприятий промышленности, энергетики, транспорта, связи, объектов экономики административно-территориальных единиц в целом как в военное время, так и в чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера.

Как известно, нормы ИТМ ГО дают лишь отдельные положения по устойчивости отраслей экономики и территорий. Кроме выполнения требований Норм проектирования ИТМ ГО разрабатываются и осуществляются дополнительные мероприятия с учетом специфики каждого объекта экономики. Для уточнения необходимых дополнительных

мероприятий планируются и проводятся исследования устойчивости работы объекта экономики в чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера.

Создание, совершенствование ядерного оружия и средств его доставки потребовало принятия адекватных мер не только в области развития отечественных вооружений, но и в области защиты от средств противника. На этом этапе исторического развития потребовалось определить степень уязвимости экономики государства, отраслей экономики, объектов экономики в ракетно-ядерной войне и принять возможные меры к снижению ущерба от последствий применения оружия массового поражения.

Проблема исследования устойчивости экономики, отраслей и объектов приобрела государственное значение. Особенностью и первопричиной возникшей проблемы явилось явное несоответствие между необходимостью сохранения материальных и духовных ценностей, созданных и накопленных человечеством, и реальной угрозой его уничтожения.

В системе гражданской обороны в течение нескольких десятков лет на объектах промышленности, энергетики, транспорта и связи проводилась разработка специальных мероприятий, направленных на повышение устойчивости их работы в военное время. На объектах экономики организовались так называемые опытно-исследовательские учения гражданской обороны. В процессе этих учений вырабатывались (планировались) инженерно-технические и организационные мероприятия, направленные на повышение устойчивости работы объектов экономики в военное время.

Опыт проводимой работы настоятельно потребовал, чтобы разработка мероприятий по повышению устойчивости осуществлялось в процессе проведения специальных исследований в этой области. Такие исследования проводились ранее в рамках СССР на всех объектах промышленности, продолжающих в военное время производственную деятельность в отдельных городах и на всех категорированных объектах, расположенных вне этих городов.

В настоящее время задача исследования устойчивости объектов экономики не только не утратила своей актуальности, но приобрела новое значение: стала многогранней и масштабней. Причиной тому стало дальнейшее развитие вооружений, создание новых видов оружия; развитие техносферы – рост промышленных мощностей, концентрация производств в экономических районах, износ средств производства и неизбежные аварии, катастрофы. Современные производственные комплексы часто сами представляют угрозу окружающей среде как потенциально опасные объекты, воздействие на которые извне (природные явления, аварии или воздействие средств поражения противника либо терроризм) может привести к тяжелым последствиям. К примеру, Европа сегодня является заложницей атомных станций, воздействие на которые даже обычного оружия неминуемо приведет к необратимым трагическим последствиям.

Печальный опыт аварий и катастроф, происшедших в последние десятилетия, показал существование реальной угрозы государству, угрозы, сравнимой по своим последствиям с войной, от внутренних техногенных факторов. В первую очередь эта задача касается потенциально опасных объектов, объектов с непрерывной технологией производства, объектов жизнеобеспечения и управления в ЧС, а в некоторых случаях – целых регионов. Из всего вышеизложенного следует, что проблема исследования устойчивости объектов экономики реально существует, имеет два аспекта, два направления изучения – военный и природно-техногенный.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое принцип научности проводимой работы?
2. Что предусматривает принцип многократного дублирования исследовательских работ?
3. Какие объекты входят в систему жизнеобеспечения?
4. С какой периодичностью проводят комплексные исследования объектов экономики?
5. Какую часть исследований выполняют группы главного механика, главного технолога, главного энергетика?
6. Какие вопросы решает группа начальника капитального строительства при оценке устойчивости работы объекта?
7. Какие функции выполняют отделы и службы ГО объекта при определении устойчивости объектов экономики?
8. Какие вопросы отражаются в отчете группы руководителя исследований?

Глава 8

ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЧС

Опасность техносферы для населения и окружающей среды обусловливается наличием в промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве большого количества радиационных, химических, биологических, пожароопасных и взрывоопасных производств и технологий. Таких потенциально опасных производств и технологий в России насчитывается около 45 тысяч. Ниже рассмотрены причины возникновения аварий на этих производствах.

В условиях роста количество аварий – проблема обеспечения устойчивого функционирования потенциально опасных объектов и производств – приобретает особую актуальность. На этих объектах наряду с общими правилами существуют особые требования.

Особые требования, предъявляемые к отраслям с опасными объектами (производствами), сгруппированы по трем направлениям с учетом специфики объектов:

- требования к радиационноопасным объектам (производствам);
- требования к химически опасным объектам (производствам);
- требования к взрывопожароопасным объектам (производствам).

8.1. Требования по повышению устойчивости особо опасных объектов экономики

Требования к радиационноопасным объектам

В целях повышения устойчивости радиационноопасных объектов необходимо осуществлять комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, включающий:

- обеспечение производственного персонала защитными сооружениями;
- обеспечение производственного персонала средствами индивидуальной защиты;
- защита водоисточников, систем водоснабжения от радиоактивных веществ, обеспечение информацией о возможных зонах загрязнения;
- обеспечение постоянного контроля за радиационной обстановкой на территории объектов и в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;
- подготовка к санобработке производственного персонала;
- обучение персонала способам действий при возникновении (угрозе возникновения) аварии с выбросом (утечкой) радиоактивных веществ;
- регулярный медицинский контроль и соблюдение санитарно-гигиенического режима на объектах и в близлежащих жилых районах;

• установление оптимальных расстояний между потенциально опасными элементами радиационноопасных объектов;

• запрещение взрывных работ вблизи объекта.

Требования к химически опасным объектам

Требования к химически опасным объектам, наряду с общими правилами, обладают некоторой спецификой. К этим требованиям относятся:

• обеспечение персонала защитными сооружениями;

• обеспечение персонала СИЗ (средствами индивидуальной защиты);

• защита водоисточников и систем водоснабжения объектов от СДЯВ;

• подготовка к использованию верхних этажей зданий и возвышенностей для защиты от тяжелых паров и газов;

• регулярный медицинский контроль и соблюдение санитарно-гигиенического режима на объектах и в ближайших жилых районах;

• размещение объектов с подветренной стороны (для ветров преобладающего направления) по отношению к городам и другим населенным пунктам объектам;

• создание санитарно-защитных зон и зон наблюдения вокруг объектов;

• внедрение резервного (дублирующего) газоочистного и оборудования с автоматическим его включением при выходе из строя основного оборудования;

• обеспечение возможности автоматического (автоматизированного) управления оборудованием в случае аварии с выбросом опасных веществ.

Требования к взрывопожароопасным объектам

И здесь, наряду с рядом общих правил, отмечается некоторая специфика. Сюда относятся следующие требования:

• обеспечение персонала защитными сооружениями;

• обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты;

• изоляция взрывоопасных зон прочными стендами;

• использование рельефа и других особенностей местности для изоляции рабочих помещений от взрывоопасных зон;

• создание во взрывопожароопасных зонах инертной среды с содержанием кислорода, недостаточным для поддержания горения;

• запрещение взрывных работ вблизи объектов;

• устройство огнезащитных преград, в том числе противопожарных и поглощающих экранов, использование установок для постановки водяных завес;

• подготовка технологического оборудования и создание запасов взрывчатых веществ для тушения пожаров на нефтяных (газовых) скважинах направленным взрывом.

8.2. Требования к объектам, которых расположены в зонах опасных природных явлений

Территория России подвержена воздействию практически всего спектра опасных природных явлений и процессов геологического, гидрогеологического и метеорологического происхождения.

Наибольшую опасность из рассматриваемых явлений и процессов в России представляют наводнения, оползни и обвалы, землетрясения, смерчи, лавины, сели, цунами, а также природные пожары. Именно с этими процессами часто связан огромный социально-экономический ущерб. Для объектов, расположенных в зонах опасных природных явлений, разработаны особые требования по повышению устойчивости и функционирования в чрезвычайных ситуациях. Этими требованиями в целях исключения (снижения) потерь производственного персонала и населения близлежащих поселков (жилых кварталов), снижения экономического ущерба на объектах, расположенных в зонах опасных природных явлений, необходимо осуществлять следующий обобщенный комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий:

• создание необходимой физической стойкости к поражающим факторам опасных природных явлений зданий и сооружений, в которых работает производственный персонал, а также элементов объектов, являющихся возможными источниками вторичных поражающих факторов;

• создание укрытий для производственного персонала объектов, расположенных в опасной близи от вулканов, а также объектов, расположенных в районах, подверженных воздействию бурь, ураганов, смерчей;

• утепление рабочих помещений, зданий, сооружений и тепловых сетей на объектах, расположенных в районах, подверженных силовым морозам;

• обеспечение производственного персонала объектов, расположенных в районах, подверженных воздействию опасных метеорологических явлений, специальной одеждой с учетом специфики опасностей;

• создание минимально необходимого фонда спасательных плавсредств на объектах, расположенных в зонах опасных гидрологических явлений;

• размещение на возвышенностях рабочих помещений объектов, расположенных в зонах опасных гидрологических явлений;

• установление режима поведения производственного персонала при получении информации об угрозе возникновения опасных природных явлений;

• запрещение (ограничение) строительства крупных водохранилищ, опасных объектов и добывающих предприятий в сейсмоопасных зонах;

• запрещение (ограничение) размещения объектов и их элементов в зонах возможного затопления;

• проведение агротехнических и лесомелиоративных защитных мероприятий на горных склонах, прилегающих к объектам;

• применение в зонах опасных природных явлений бесшовных труб для транспорта нефти и газа;

• регулирование стока воды из водохранилища;

• обеспечение контроля верхнего бьефа водохранилищ в случае угроз прорыва;

• использование устьевой арматуры повышенной стойкости на нефтегазодобывающих объектах, расположенных в зонах сейсмической опасности;

• запрещение горных работ вблизи участков местности, прилегающих к объектам и подверженных воздействию опасных геологических явлений;

• предупредительный спуск лавин и предотвращение градобития;

• постоянное наблюдение за обстановкой в районе объектов, расположенных в зонах опасных явлений;

• повышение физической стойкости, демонтирование не достаточно стойких к воздействию поражающих факторов опасных природных явлений, зданий, сооружений, оборудования, коммуникаций;

• применение специальных устройств (козырьков и др.) для защиты уникального и особо ценного оборудования при землетрясениях, ураганах и других опасных явлениях;

• создание запасов дефицитных материалов для проведения аварийно-восстановительных работ при ликвидации последствий возможных землетрясений, ураганов и других опасных явлений (в первую очередь на объектах жизнеобеспечения населения);

• подготовка к расчистке завалов, обрушению (закреплению) зависших и нависающих грунтовых масс, горных пород, конструкций и элементов зданий и сооружений, к прокладке путей движения для автотранспорта и техники;

• проведение укрепляющих работ на склонах для предотвращения оползней и обрушений;

• подготовка к отводу лавовых и грязевых потоков, образующихся при извержении вулканов, с помощью желобов и возведение предохранительных дамб на их пути;

• строительство на пути движения селевых потоков селерегулирующих, селезадерживающих гидротехнических сооружений;

• строительство сооружений, регулирующих и задерживающих движение лавин;

• локальная защита объектов и небольших участков территории с помощью дамб, обвалований и подсыпки территории в зонах опасных гидрологических явлений;

• подготовка к проведению аварийных работ по предотвращению прорыва плотин, дамб и оградительных валов;

• стабилизация (упрочение) слабых грунтов, устройство дренажа;

• подготовка к эксплуатации в условиях ЧС наиболее стойких зданий и сооружений и размещенного в них оборудования;

• гидроизоляция зданий и сооружений на гидродинамически опасных объектах;

• подготовка к расчистке лавинных завалов немедленно после их образования;

• создание искусственных водохранилищ для использования в случае засухи и при нарушении работы систем водоснабжения;

• обеспечение оборудованием для бурения артезианских скважин в засушливых районах;

• оснащение крупных предприятий, расположенных в северных и восточных районах, а также в средней полосе страны, снегоочистительной техникой;

• подготовка плавсредств для обеспечения эксплуатации объектов, расположенных в зонах возможного затопления, в условиях ЧС;

• обеспечение возможности подачи электроэнергии к шлюзам на магистральных водных путях от передвижных источников питания.

Реализация требований к объектам, расположенным в зонах опасных явлений, способствует исключению или снижению потерь производственного персонала, населения, снижения экономического ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций природного характера.

8.3. Требования по повышению устойчивости функционирования топливно-энергетического комплекса

Требования, предъявляемые к электроэнергетике

С учетом особой роли энергетики в обеспечении устойчивости экономики страны в условиях ЧС необходимо на ее объектах осуществлять инженерно-технические и организационные мероприятия, предусматривающие:

• распределение энергоисточников по районам и потребителям;

• внедрение кабельных сетей для электроснабжения особо важных объектов;

• кольцевание отдельных энергосистем, обеспечение разделения их на независимо работающие подсистемы;

• устройство между секциями ГЭС перегородок, снабженных герметическими дверьми, для защиты от затопления помещений ГЭС;

• регулирование стока воды из водохранилища;

• создание запасов материалов для укрепления стенок плотины ГЭС;

• обеспечение транзитного пропуска через плотины гидроузлов прорывной волны от расположенного выше гидроузла;

• подготовку к проведению аварийных работ по предотвращению прорыва плотин ГЭС;

• обеспечение производственного персонала ГЭС плавсредствами;

• создание энергетических мощностей за счет передвижных электростанций;

• создание береговых устройств для приема электроэнергии от судовых установок в населенных пунктах, расположенных на берегах морей и рек в случае аварии на энергообъектах;

• внедрение эффективных устройств для прогрева гололеда на воздушных линиях электропередач в районах с повышенными гололедно-ветровыми нагрузками;

• подготовку к определенному отключению второстепенных потребителей;

• подготовку к работе на резервных видах топлива за счет местных ресурсов;

• обеспечение возможности подачи электроэнергии к шлюзам на магистральных водных путях от передвижных источников питания.

Для обеспечения безопасной работы атомных станций, кроме требований, предъявляемых к радиационноопасным объектам (производствам), дополнительно должны выполняться следующие требования:

• создание внешнего и внутреннего аварийных центров для руководства мероприятиями по защите производственного персонала и проживающего вблизи атомных станций (АС) населения, оснащение их необходимым оборудованием, приборами и средствами связи;

• разработка мер по строгому учету доз облучения производственного персонала и привлекаемого к техническому обслуживанию (ремонту) персонала других организаций;

• ограничение облучения населения в районах размещения АС дозовыми пределами, не превышающими установленных норм;

• размещение АС вне зон опасных природных явлений и на безопасном удалении от других опасных объектов;

• исключение размещения новых АС в районах с высокой плотностью населения;

• создание системы автоматизированного контроля внешней среды АС;

• обеспечение автономными источниками электроэнергии систем безопасности АС;

• использование системы спецвентиляции помещений АС со стопроцентным резервированием вентиляционных агрегатов и автоматическим включением резерва;

• использование системы спецводоочистки, работающей по оборотному принципу;

• разработка и внедрение эффективных способов контроля за состоянием корпуса реактора и всех элементов первого контура;

• проведение противоаварийных тренингов для отработки действий производственного персонала в условиях запроектной аварии;

• обеспечение изоляции реакторных блоков АС друг от друга.

Нефтяная промышленность

На объектах отрасли должна проводиться работа по ее модернизации, например:

• традиционная устьевая арматура заменяется на малогабаритную, при которой физическая устойчивость повышается в 4-5 раз;

• используются новые буровые установки с высокой монтажеспособностью;

• разрабатываются упрощенные технологические схемы работы нефтяных скважин на случай аварии или ЧС;

• используются автономные насосные установки при выходе из строя насосных станций;

• прокладываются нефтепроводы в обход крупных городов и объектов;

• устанавливаются клапаны-отсекатели на скважинах.

Газовая промышленность

Для повышения устойчивости функционирования нефтяной и газовой отраслей топливно-энергетического комплекса в условиях ЧС необходимо предусматривать:

• возможность перераспределение в условиях ЧС ресурсов нефти и газа по направлениям, объемам и потребителям;

• создание перемычек и кольцевание магистральных нефтегазопроводов между существующими и строящимися нефтегазопроводами;

• ограничение объема транспортировки нефти в одном техническом коридоре;

• повышение устойчивости подводных переходов через крупные реки;

• разработку и применение надежной системы противокоррозионной защиты оборудования;

• размещение подземных хранилищ нефти и газа вне зон опасных природных явлений;

• подземную прокладку трубопроводов через автомобильные и железнодорожные коммуникации;

• размещение технологических установок нефтеперерабатывающих производств на открытых площадях или под легкими огнестойкими покрытиями;

• создание аварийного неснижаемого запаса труб различных диаметров и запорной арматуры;

• оборудование объектов клапанами-отсекателями (запорной арматурой), установленными в защищенных колодцах или в земле с обваловыванием;

• подземное хранение сжиженных газов и хранение их в состоянии отвердения при хранении и транспортировке особо взрывопожароопасных газов;

• регулярный контроль за герметичностью трубопроводов и технологических систем;

• подготовку технологического оборудования и создание запасов взрывных веществ для тушения пожаров на нефтяных (газовых) скважинах направленным взрывом;

• создание автоматических систем обнаружения утечки опасных веществ и экстренного отключения аварийных участков, газопроводов и компрессорных станций.

Трубопроводный транспорт

В целях повышения устойчивости транспортировки нефти, газа и продуктов их переработки на трубопроводах необходимо осуществлять следующий комплекс инженерно-технических мероприятий:

• реконструкцию и новое строительство стационарных нефтепродуктопроводов с учетом безопасной эксплуатации их в условиях ЧС;

• ограничение наземной прокладки трубопроводов через зоны возможных ЧС, исключение такой прокладки через автомобильные и железные дороги;

• строительство площадок на трассе магистральных трубопроводов для массовой заправки горючим автотранспорта; сооружение колодцев для подключения полевых трубопроводов;

• создание и совершенствование автоматических систем обнаружения утечки опасных веществ и отключения аварийных участков;

• подготовку к транспортировке нефтепродуктов в зонах возможных ЧС в обход компрессорных станций в случаях нарушения их работы;

• заглубленную прокладку трубопроводов в зонах возможных разрушений;

• создание базовых складов резерва материалов и оборудования для восстановления поврежденных участков и прокладки временных трубопроводных линий;

• создание и внедрение в эксплуатацию передвижных перекачивающих средств (насосных установок и агрегатов с автономным приводом и дистанционным управлением);

• строительство отводов от магистральных трубопроводов к ближайшим нефтебазам и транспортным узлам, на которых возможна организация перевалки нефтепродуктов на другие виды транспорта;

• повышение надежности электроснабжения комплексных станций путем дублирования открытых линий электропередачи и прокладки подземных кабельных линий электропитания трубопроводных устройств.

Угольная промышленность

Для обеспечения безопасных условий труда в угольной промышленности необходимо строгое выполнение требований, которые предполагают:

• оборудование шахт фильтровентиляционными установками;

• обеспечение непрерывной работы системы водоотлива в угольных шахтах;

• повышение сейсмоударостойкости оборудования, размещенного в подземных и шахтных сооружениях;

• отработку вариантов восстановления добычи угля в шахтах и разрезах при внезапных перерывах электроснабжения;

• заблаговременную подготовку к проведению профилактики и локализации распространения подземных пожаров и взрывов метана и угольной пыли;

• обеспечение шахт установками для диагностики притоков взрывоопасных газов.

Рассмотренный комплекс мероприятий повышает устойчивость функционирования объектов топливно-энергетического комплекса и всей экономики в целом.

8.4. Требования по повышению устойчивости функционирования транспорта

Общие требования, предъявляемые к транспортной системе

Ежегодно в Российской Федерации перевозится транспортом общего пользования около 4 млрд. тонн грузов, в том числе большое количество химически опасных и взрывных веществ. На долю железнодорожного транспорта приходится около 50 % грузовых перевозок, автомобильного – 40 %, внутреннего водного – 7 %, морского – 3 %. В России всеми видами транспорта ежесуточно перевозится более 100 млн. человек. В пассажирообороте на долю железнодорожного транспорта приходится около 47 % перевозок, автомобильного – 47 %, воздушного – 15 %, водного – 1 %.

Число погибших пассажиров и членов экипажа на 1 млрд. пассажирокилометров составляет: железнодорожный транспорт – 0,026, автомобильный – 33,415, воздушный – 1,065.

Так как транспортом перевозятся и потенциально опасные вещества (около 10 % от общего объема перевозимых грузов), опасность для жизни и здоровья населения при транспортных перевозках усугубляется.

Подготовка транспортной системы к устойчивому функционированию в ЧС проводится с учетом особенностей всех видов транспорта и включает анализ состояния и повышения устойчивости всех видов транспорта и транспортных систем регионов и страны в целом.

Подготовка каждого вида транспорта к работе в ЧС включает разработку и осуществление комплекса заблаговременных мероприятий, обеспечивающих скорейшее возобновление движения в заданных размерах на каждом транспортном направлении. Мероприятия охватывают подготовку путей сообщения, объектов и транспортных узлов, подвижного состава и систем управления. Транспортные узлы являются наиболее уязвимыми элементами транспорта страны в военное время. Транспортные коммуникации и узлы могут быть повреждены от воздействия стихийных бедствий, блокированы при массовых беспорядках и волнениях. Для эффективного взаимодействия всех видов транспорта, комплексного использования сохранившихся в чрезвычайных ситуациях ресурсов транспортных узлов должны подготовиться пункты стыка или перегрузочные районы грузов

На основе анализа и обобщения результатов «Требований по повышению устойчивости» различных видов транспорта, научных исследований, практической работы по этой проблеме могут быть рекомендованы мероприятия, которые эффективны для всех видов транспорта. К таким мероприятиям относятся:

• обеспечение маневра всеми видами транспорта и дублирование перевозок;

• строительство соединительных дорог, обходов, стыков городских и загородных магистралей, развитие дорожной сети в загородной зоне;

• подготовка и создание дублирующих мостовых переправ и переходов;

• надежное обеспечение эксплуатационными, техническими материалами и энергоресурсами: электроэнергией, ГСМ, водой, запчастями;

• подготовка постоянных транспортных устройств, подвижного состава (судов) к работе в условиях ЧС, в т. ч. к выполнению перевозок в условиях заражения радиоактивными и отравляющими веществами;

• подготовка транспортных средств к перевозкам сил, средств и материально-технических ресурсов, необходимых для проведения работ по ликвидации последствий ЧС, а также к осуществлению эвакуационных мероприятий;

• развитие ремонтной базы, создание мобильного резерва ремонтных средств;

• совершенствование технологии перевозок, методов погрузочно-разгрузочных работ с использованием высокопроизводительных средств механизации, использование контейнеров;

• подготовка к развертыванию временных перегрузочных пунктов вблизи наиболее вероятных участков нарушения коммуникаций.

С учетом специфики отдельных видов транспорта для повышения устойчивости их функционирования в ЧС, наряду с общими для всех видов

транспорта, необходимо осуществлять специальные требования. Рассмотрим такие требования, предъявляемые к железнодорожному, автомобильному, водному, воздушному видам транспорта.

Железнодорожный транспорт

Обеспечение устойчивости работы железных дорог в ЧС мирного и военного времени решается путем осуществления инженерно-технических мероприятий, как при строительстве железных дорог, так и при реконструкции существующих. Важное значение для выработки мероприятий по повышению устойчивости работы железных дорог имеет оценка сети железных дорог.

В основу обеспечения непрерывности перевозок и повышения устойчивости железнодорожных объектов в ЧС заложены принципы рассредоточения, дублирования, взаимозаменяемости и резервирования постоянных устройств, средств и кадров.

С учетом специфики железнодорожного транспорта для повышения устойчивости функционирования в условиях ЧС необходимо предусматривать:

- создание резерва локомотивной автономной тяги на электрифицированных участках работы в условиях нарушения энергоснабжения;
- создание запасов топлива и других ресурсов для успешной эксплуатации локомотивов всех видов;
- подготовку к доставке грузов их получателям в обход возможных зон ЧС;
- подготовку подвижного состава, находящегося в зонах возможных крупномасштабных ЧС, к перевозкам эвакуируемого населения;
- приспособление подземных линий (участков) метрополитена в зонах возможных ЧС для укрытия населения при возникновении (угрозе возникновения) ЧС;
- подготовку станций, входящих во временные перегрузочные районы (ВПР), а также погрузочно-выгрузочных районов (ПВР) для работы в условиях ЧС;
- разработку норм, типовых проектов и вариантов восстановления инженерных сооружений железнодорожного транспорта;
- проектирование и подготовку к строительству временных переправ и строительство подходов к мостам-дублерам и временным переправам, используемым в условиях ЧС.

Автомобильный транспорт

Следует учитывать, что автомобильный транспорт является основным источником загрязнения окружающей среды в городах. В авариях и

катастрофах на автомобильном транспорте в мирное время гибнет наибольшее количество людей.

В целях повышения устойчивости функционирования автомобильного транспорта необходимо осуществлять:

• подготовку объездов возможных зон ЧС;

• подготовку к прокладке оптимальных путей движения автотранспорта в возможных очагах поражения;

• установление оптимальных маршрутов перевозки опасных веществ для обеспечения минимального риска возникновения аварий и снижения тяжести их последствий для населения и экономики;

• подготовку автотранспорта и дорожной сети в зонах возможных ЧС к перевозкам эвакуируемого населения;

• рациональное размещение в зонах возможных ЧС производственной базы технического обслуживания, ремонта и заправки автомобилей;

• создание и хранение в резерве средств технического обслуживания и специальной обработки загрязненной (зараженной) автомобильной техники;

• разработку и поставку потребителям специальных автомобилей с учетом возможности их переоборудования для различных вариантов использования (для перевозки пакетированных грузов, контейнеров и эвакуации людей);

• разработку и внедрение в эксплуатацию автотранспорта повышенной проходимости для работы в сложных дорожных условиях в зонах возможных ЧС;

• накопление и хранение в неприкосновенном запасе комплектов запасных частей, агрегатов, оборудования и инструмента;

• строительство автомобильных дорог вблизи железных дорог, находящихся в зонах возможного возникновения ЧС; подготовку подходов к местам дублирования мостовых переходов;

• подготовку производственных мощностей предприятий (асфальтобетонных заводов, карьеров и т. п.) для строительства и ремонта дорог;

• совершенствование дорожно-строительной и мостостроительной техники с учетом эксплуатации ее в ЧС.

Водный транспорт

С учетом специфики водного транспорта для повышения устойчивости его функционирования в условиях ЧС необходимо предусматривать следующие требования:

• подготовку запасных перегрузочных пунктов, причалов (включая рейдовые и островные), судоремонтных баз и стоянок для плавучих доков к функционированию в условиях ЧС;

• подготовку к использованию в условиях ЧС судов, которые могут осуществлять перевозки при малых глубинах и необорудованном побережье;

• дооборудование контейнеровозов для использования вертолетов при выполнении погрузочно-выгрузочных работ на рейдах в условиях ЧС;

• подготовку портов и судов к перевозкам эвакуируемого населения, раненых и больных из зон возможных ЧС;

• подготовку судов для хранения продуктов питания и использования их в качестве источников электро- и теплоснабжения прибрежных населенных пунктов и важнейших предприятий в условиях ЧС;

• подготовку речного флота к работе в условиях разрушения крупных гидроузлов, а также к организации переправ для обеспечения непрерывности перевозок на железнодорожном и автомобильном транспорте.

Воздушный транспорт

Для повышения устойчивости функционирования воздушного транспорта необходимо выполнение следующих специальных требований:

• подготовка аэропортов к перераспределению пассажиро- и грузопотоков при возникновении ЧС;

• подготовка самолетов и вертолетов для ведения разведки, проведения спасательных и других неотложных работ в условиях ЧС;

• подготовка к проведению мероприятий по обеспечению рассредоточения самолетного парка в условиях ЧС;

• разработка и поставка авиапредприятиям самолетов различных вариантов использования;

• создание и накопление в резерве универсальных комплексов транспортно-санитарного оборудования для магистральных пассажирских самолетов;

• разработка и поставка авиапредприятиям подвижных средств ремонта и технического обеспечения воздушным движением с учетом их мобильной доставки и развертывания на необорудованных аэродромах;

• подготовка экипажей и воздушных судов для работы по ликвидации последствий ЧС, перевозки раненых и больных и эвакуации населения из опасных зон;

• совершенствование системы технического прикрытия аэропортов.

Повышение устойчивости функционирования транспортной системы обеспечивает устойчивое функционирование территорий, отраслей и объектов в ЧС. Выполнение рассмотренных требований по повышению устойчивости на всех видах транспорта является важнейшей задачей государства и всех органов управления РСЧС.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные требования к устойчивости радиационноопасных объектов.
2. Назовите основные требования к устойчивости химически опасных объектов.

3. Назовите основные требования к устойчивости взрывопожароопасных объектов.
4. Назовите основные требования к устойчивости объектов электроэнергетики.
5. Назовите основные требования к устойчивости нефтяной, газовой и угольной промышленности.
6. Назовите основные требования к устойчивости трубопроводного транспорта.
7. Какие требования предъявляются к устойчивости функционирования транспорта?
8. Определите специфику опасностей автомобильного, железнодорожного, воздушного и водного транспорта.

Назовите основные причины аварий на различных видах транспорта.

Глава 9

РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1. Генеральные планы промышленных предприятий

Размещение зданий и сооружений на территории промышленного объекта является важнейшим элементом обеспечения эффективности производства, устойчивости его функционирования и обеспечения безопасности рабочих, служащих и населения, проживающего вблизи от опасных объектов.

Для организации работы производства и решения упомянутых задач разработаны требования, предъявляемые к генеральным планам промышленных предприятий – одного из основных источников опасностей в техносфере. Общие требования к застройке промышленных предприятий изложены в Строительных нормах и правилах (СНиП), а также в отраслевых нормах технологического проектирования. В этих документах воплощен передовой опыт организации производств. В зависимости от специфики общероссийские требования дополняются ведомственными (отраслевыми) документами. Еще на этапе проектирования могут быть заложены «мины замедленного действия» в виде сочетания факторов, которые могут привести к серьезным авариям либо негативно влиять на возможности их локализации. Это касается аварий как природного, так и техногенного характера. Неудачные планировки объектов неоднократно приводили к критическим ситуациям, возникновению вторичных факторов поражения, усложнению аварийных спасательных работ. Этих последствий можно избежать при соответствующем отношении к проблеме обеспечения безопасности и учете требований к планировке объектов промышленности.

Рассматриваемые требования должны строго соблюдаться, их учет и выполнение – контролироваться надзорными органами как при проектировании новых, расширяемых и реконструируемых промышленных предприятий, так и при разработке генеральных планов предприятий с общими объектами (промышленных узлов). Основные положения этих документов соответствуют требованиям инженерно-технических мероприятий гражданской обороны в пределах Российской Федерации и конкретизируют их в пределах одного объекта (группы объектов).

В соответствии с Временным положением о Штабах ГО ЧС органы управления обязаны принимать участие в мероприятиях по утверждению планов застройки городов, районов и населенных пунктов. Знания требований к генеральным планам промышленных предприятий помогут специалистам оценить объект с точки зрения безопасности и аргументировать требования по их обеспечению.

В то время, когда стали обязательными организационные мероприятия по декларированию безопасности промышленных объектов и лицензированию их деятельности, на территориальные и объектовые службы легли сложные задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Это значит, что специалисты штабов ГО ЧС должны разбираться в вопросах, подведомственных Госгортехнадзору, Госатомнадзору, Госкомсанэпиднадзору, Госпожнадзору и целому ряду других надзорных и контрольных органов. На фоне экономического кризиса рассматриваемые проблемы многократно усложнились. Даже на внешне благополучных объектах достаточно нарушений норм и требований безопасности, для того чтобы ставить вопрос о временной остановке их деятельности. Практикой рожден компромисс между необходимостью функционирования объекта и уровнем безопасности на нем. Для определения его по отношению к конкретному объекту необходимо знание норм и требований по организации безопасного и безаварийного производственного процесса, что позволит выявить отклонения в ходе инспектирования и оценить их влияние на уровень риска в пределах рассматриваемой территории.

9.2. Требования к размещению промышленных предприятий

Проектируемые предприятия размещаются в составе группы предприятий с общими объектами в соответствии с «Инструкцией по разработке схем генеральных планов групп предприятий с общими объектами (промышленных узлов)». Предприятия и промышленные узлы размещаются на территории, предусмотренной схемой или проектом районной планировки, генеральным планом города или другого населенного пункта, проектом планировки промышленного района.

Предприятия, промышленные узлы и связанные с ними отвалы, отходы, очистные сооружения размещаются на землях несельскохозяйственного назначения или непригодных для сельского хозяйства. При отсутствии таких земель могут выбираться участки на сельскохозяйственных угодьях худшего качества. Размещение предприятий и промышленных узлов на землях государственного лесного фонда должно производиться преимущественно на участках, не покрытых лесом или занятых кустарниками и малоценными насаждениями.

Размещение предприятий и промышленных узлов на площадях залегания полезных ископаемых допускается по согласованию с органами государственного горного надзора или в порядке, устанавливаемом законодательством.

Размещение предприятий и промышленных узлов не допускается:

• в первом поясе зоны санитарной охраны источников водоснабжения;

• в первой зоне округа санитарной охраны курортов, если проектируемые объекты не связаны непосредственно с эксплуатацией природных, лесных средств курорта;

• в зеленых зонах городов;

• на землях заповедников и их охранных зон;

• в зонах охраны памятников истории и культуры без разрушения соответствующих органов охраны памятников;

• в опасных зонах отвалов породы угольных и сланцевых шахт или обогатительных фабрик;

• в зонах активного карста, оползней, оседания или обрушения поверхностей под влиянием горных разработок, селевых потоков и снежных лавин, которые могут угрожать застройке и эксплуатации предприятий;

• на участках, загрязненных органическими и радиоактивными отбросами, до истечения сроков, установленных органами санитарно-эпидемиологической службы;

• в зонах возможного катастрофического затопления в результате разрушения плотин или дамб.

Зоной катастрофического затопления является территория, на которой затопление имеет глубину 1,5 м и более и может повлечь за собой разрушение зданий и сооружений, гибель людей, вывод из строя оборудования предприятий. Территории промышленных узлов не должны разделяться на обособленные участки железными или автомобильными дорогами общей сети. Размещение предприятий в сейсмических районах должно предусматриваться в соответствии с «Указаниями по размещению объектов строительства и ограничению этажности зданий в сейсмических районах».

В Северной строительно-климатической зоне предприятия размещаются на участках со скальными, вечномерзлыми однородными или талыми непросадочными грунтами.

При размещении предприятий и промышленных узлов, влияющих на состояние атмосферного воздуха, должен соблюдаться Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха». При размещении предприятий и промышленных узлов, влияющих на обитание и условия размножения животных, соблюдается Закон РФ «Об охране животных».

Предприятия и промышленные узлы с источниками загрязнения атмосферного воздуха и вредными веществами 1-го и 2-го классов опасности не размещаются в районах с преобладающими сильными ветрами с длительными или часто повторяющимися штилями, инверсиями, туманами (за год более 30-40 %, в течение зимы 50-60 %). Предприятия и промышленные узлы с источниками загрязнения атмосферного воздуха размещаются по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления. Предприятия, требующие особой чистоты атмосферного воздуха, размещаются подветренной стороны ветров преобладающего направления. Между промышленной и селитебной территориями предусматривается санитарно-защитная зона.

В промышленные узлы, в составе которых имеются предприятия, требующие организации санитарно-защитной зоны шириной 500 м и более, не включаются предприятия, которые в соответствии со СНиП по планировке и

застройке городов, поселков и сельских населенных пунктов могут быть размещены около границы или в пределах селитебной территории.

Производства с источниками внешнего шума с уровнями звука 50 децибел и более размещаются по отношению к жилым и общественным зданиям в соответствии со СНиП по защите от шума.

При размещении предприятий и промышленных узлов, влияющих на состояние вод, должны соблюдаться соответствующие нормативные документы Санэпиднадзора. Размещение предприятий в прибрежных полосах (зонах) водоемов допускается только при необходимости непосредственного примыкания площадки предприятия к водоемам (по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод). Количество и протяженность примыканий площадок предприятий к водоемам в этих условиях должны быть минимальными.

При размещении предприятий и промышленных узлов на прибрежных участках рек и других водоемов планировочные отметки площадок предприятий принимаются не менее чем на 0,5 м выше наивысшего горизонта вод с учетом подпора и уклона водотока. За горизонт принимается наивысший уровень воды с вероятностью его превышения для предприятий, имеющих народнохозяйственное и оборонное значение, один раз в 100 лет, для остальных предприятий со сроком эксплуатации до 10 лет – один раз в 10 лет. Размещение предприятий на участках с более частым превышением уровня воды допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании и при условии возведения необходимых сооружений по защите предприятий от затопления.

Указанные требования не распространяются на предприятия, их отдельные здания и сооружения, а также на объекты, для которых по условиям эксплуатации допускается кратковременное их затопление.

В Северной строительно-климатической зоне здания и сооружения на прибрежных участках размещаются с учетом увеличения чаши оттаивания грунта у берега водоема и вызываемого этим изменения температурного и гидрогеологического режима грунта.

Предприятия, требующие устройства грузовых причалов, пристаней или других портовых сооружений, размещаются по течению реки ниже селитебной территории.

Размещение зданий и сооружений на расстоянии до 30 км от границ аэродромов, а особо высоких сооружений (200 м и более) на расстоянии до 75 км от границ аэродромов допускается при условии соблюдения требований «Воздушного кодекса».

В случае размещения предприятий в районе расположения радиостанций, объектов специального назначения, складов сильнодействующих ядовитых веществ расстояние до предприятий от указанных объектов принимается согласно требованиям специальных норм.

Размещение предприятий возле объектов по изготовлению и хранению взрывчатых веществ, материалов и изделий на их основе осуществляется с

учетом границ запретных (опасных) зон и районов, определяемых по специальным нормативным документам, утвержденным в установленном порядке, и по согласованию с органами государственного надзора, министерствами и ведомствами, в ведении которых находятся указанные объекты.

Устройство отвалов, шлаконакопителей, хвостохранилищ, отходов и отбросов предприятий допускается только при обосновании невозможности их утилизации. При этом для промышленных узлов предусматриваются центральные (групповые) отвалы. Участки для них размещаются за пределами предприятий и 2-го пояса зоны санитарной охраны подземных водоисточников с соблюдением санитарных норм.

Отвалы, содержащие уголь, сланец, мышьяк, свинец, ртуть и другие горючие и токсичные вещества, отделяются от жилых и общественных зданий и сооружений санитарно-защитной зоной.

В северной строительно-климатической зоне между отвалами, зданиями и сооружениями, кроме указанных зон, соблюдаются расстояния, обеспечивающие сохранение температурного режима мерзлых грунтов оснований этих зданий и сооружений.

9.3. Планировка и размещение зданий потенциально опасных производств

Планировка площадок предприятий и территорий промышленных узлов с потенциально опасными технологиями должна обеспечить наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда на предприятиях, рациональное и экономное использование земельных участков и наибольшую эффективность капитальных вложений.

В генеральных планах реконструируемых промышленных предприятий и схем генеральных планов сложившихся районов предусматривается упорядочение функционального зонирования и размещения инженерных сетей.

Расстояние между зданиями и сооружениями, в том числе между инженерными сетями, принимается минимально допустимым. В генеральных планах предприятий и промышленных узлов предусматривается:

• функциональное зонирование территории с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и видов транспорта;

• рациональные производственные, транспортные и инженерные связи на предприятиях, между ними и селитебной территорией;

• кооперирование опасных и вспомогательных производств, включая аналогичные производства и хозяйства, обслуживающие селитебную часть города или населенного пункта;

• интенсивное использование территории, включая наземное и подземное пространства при необходимых и обоснованных резервах для расширения предприятий;

• организация единой сети обслуживания;

• возможность осуществления строительства и ввода в эксплуатацию пусковыми комплексами или очередями;

• благоустройство территории (площадки);

• создание единого архитектурного ансамбля в увязке с архитектурой прилегающих предприятий и жилой застройки;

• защита прилегающих территорий от эрозии, заболоченности, засоления и загрязнения подземных вод и открытых водоемов сточными водами, отходами и отбросами предприятий;

• восстановление (рекультивацию) используемых земель, нарушенных при строительстве.

В генеральном плане обязательно учитываются природные особенности района строительства:

• температура воздуха и преобладающее направление ветра;

• возможные изменения существующего режима вечномерзлых грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений;

• возможность больших снегоотложений из-за наличия холмов или возвышений рельефа с подветренной стороны застройки.

На площадках предприятия промышленные узлы размещаются с учетом исключения вредного воздействия технологических процессов на здоровье и санитарно-бытовые условия жизни населения в районе предприятий. Вспомогательные здания размещаются вне циркуляционной зоны, образуемой зданиями и сооружениями, при наличии на площадке источников загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами 1-го и 2-го классов опасности.

Гаражи предприятий предусматриваются только для специализированных автомобилей (аварийной техпомощи, технических средств по уборке и содержанию территории, спасательной и пожарной служб). При отсутствии в районе строительства автомобильных хозяйств гаражи для предприятий предусматриваются не менее чем на 15 грузовых автомобилей.

По функциональному использованию *площадка предприятия* подразделяется на зоны:

• предзаводскую (за пределами ограды или условной границы предприятия);

• производственную;

• подсобную;

• складскую.

Территория промышленного узла по функциональному использованию делится на следующие зоны:

• общественного центра;

• площадок предприятий;

• общих объектов вспомогательных производств и хозяйств.

Деление на зоны уточняется с учетом конкретных условий.

Предзаводская зона предприятия размещается со стороны основных подъездов и подходов, работающих на предприятии. Размеры предзаводских зон принимаются из расчета 1 гектар на 1000 работающих.

Состав общественного центра определяется в каждом конкретном случае исходя из градостроительной ситуации, наличия предприятий обслуживания, и санитарно-гигиенических особенностей отдельных предприятий, архитектурно-планировочного решения промышленного узла. В состав общественного центра включаются учреждения управления производством, предприятия общественного питания, профессионально-технические и средние специальные учебные заведения, специализированные учреждения здравоохранения, предприятия бытового обслуживания.

В зоне общих объектов вспомогательных производств и хозяйств размещаются объекты энергоснабжения, водоснабжения и канализации, транспорта, ремонтного хозяйства, пожарных депо, отвального хозяйства промышленного узла. В предзаводских зонах и в общественных центрах промышленных узлов следует предусматривать открытые площадки для стоянки легковых автомобилей. Открытие площадки для стоянки легковых автомобилей инвалидов могут размещаться на территории предприятия.

Проходные пункты располагаются на расстоянии не более 1,5 км друг от друга, а в Северной строительно-климатической зоне – не более 1 км.

Расстояние от проходных до входов в санитарно-бытовые помещения основных цехов не превышает 800 м. При больших расстояниях от проходных до наиболее удаленных санитарно-бытовых помещений предусматривается внутризаводской пассажирский транспорт.

Расстояния от рабочих мест до санитарно-бытовых помещений принимаются в соответствии с существующими нормами. Перед проходными пунктами и входными в санитарно-бытовые помещения, столовые, здания управления предусматриваются площадки из расчета не более 0,15 $м^2$ на 1 чел. На предприятиях, где предусматривается возможность использования труда инвалидов, пользующихся креслами-колясками, выход в производственные, административно-бытовые и другие вспомогательные здания оборудуются пандусами.

На площадках промышленных предприятий предусматривается минимально необходимое число зданий. При технологической необходимости производственные, вспомогательные и складские помещения могут объединяться в одно или несколько крупных зданий.

Здания и сооружения, исходя из специфики производства и природных условий, размещаются с учетом соблюдения следующих требований:

• продольные оси здания и световых фонарей ориентируются в пределах от 45 до 110^{o} к меридиану;

• продольные оси аэрационных фонарей и стены зданий с проемами, используемые для аэрации помещений, ориентируются в плане

перпендикулярно или под углом не менее 45° к преобладающему направлению ветров летнего периода года;

• в районах со снеговым покровом более 50 см предусматривается сквозное проветривание площадки предприятия.

Здания, образующие полузамкнутые дворы, применяются в тех случаях, когда другое решение не может быть принято. Применение зданий, образующих замкнутые со всех сторон дворы, допускается только при наличии технологических обоснований.

Здания и сооружения с оборудованием, вызывающим значительные динамические нагрузки и вибрацию грунта, размещаются от зданий и сооружений с производствами, особенно чувствительными к вибрациям, на расстояниях, учитывающих инженерно-геологические условия территории, физико-механические свойства грунта основания фундаментов.

Производства и испытательные станции с особо вредными процессами, взрывоопасные и пожароопасные объекты, а также базисные склады горючих и легковоспламеняющихся материалов, ядовитых и взрывоопасных веществ располагаются в соответствии с требованиями специальных норм, утвержденных Министерством России или согласованных с ними.

Здания, сооружения, открытые установки с производственными процессами, выделяющими в атмосферу газ, дым и пыль, взрывоопасные и пожароопасные объекты, по возможности располагаются по отношению к другим производственным зданиям с наветренной стороны для ветров преобладающего направления.

Охладительные пруды, водоемы, шламоотстойники и т. п. размещаются так, чтобы в случае аварии жидкость при растекании не угрожала затоплением предприятию, жилым и общественным зданиям и сооружениям. Расстояния между зданиями и сооружениями в зависимости от степени огнестойкости и категории производств определяются нормами и правилами пожарной безопасности.

Расстояния между открытыми технологическими установками, агрегатами и оборудованием, а также от них до зданий и сооружений принимаются по нормам технологического проектирования. Пожарные депо располагаются на земельных участках, примыкающих к дорогам общего пользования, и обслуживают группу предприятий.

Дороги, въезды и проезды

Железные дороги, гидравлический, конвейерный транспорт и подвесные канатные дороги промышленных предприятий и промышленных узлов проектируются в соответствии с положением по проектированию промышленного транспорта. Автомобильные дороги и велосипедные дорожки проектируются в соответствии с проектированием автомобильных дорог.

При транспортировании грузов водными путями предусматривается строительство объединенных портов предприятий. Строительство причалов

для отдельных предприятий допускается лишь по технологическим требованиям.

Вдоль автомобильных дорог, связывающих предприятия с местом расселения трудящихся, при их протяженности не более 2 км предусматриваются велосипедные и пешеходные дорожки или тротуары.

Предприятия с площадками размером более 5 га имеют не менее двух въездов. Ширина ворот автомобильных въездов на площадку предприятия принимается по наибольшей ширине применяемых автомобилей плюс 1,5 м, но не менее 4,5 м, а ширина ворот для железнодорожных въездов – не менее 4,9 м.

К зданиям и сооружениям по всей их длине обеспечивается подъезд пожарных автомобилей: с одной стороны – при ширине здания или сооружения до 18 м и с двух сторон – при ширине более 18 м, а также при устройстве замкнутых и полузамкнутых дворов. К зданиям с площадью застройки более 10 га или шириной более 100 м подъезд пожарных автомобилей обеспечивается со всех сторон. Пожарные гидранты располагаются вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен здания.

Благоустройство

Предприятия и промышленные узлы, расположенные в районах, подверженных за три наиболее холодных месяца воздействию ветров со средней скоростью более 10 м/с, защищаются полосами древесных насаждений со стороны ветров преобладающего направления. Ширина полос не менее 40 м. Для озеленения площадок предприятий и территорий промышленных узлов применяются местные виды древесно-кустарниковых растений с учетом их санитарно-защитных и декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам, выделяемым предприятиями.

На площадках предприятий, выделяющих вредные вещества в атмосферу, не допускается размещение древесно-кустарниковых насаждений в виде плотных групп и полос, вызывающих скопление вредных выбросов.

Площадь участков, предназначенных для озеленения в пределах ограды предприятия, определяется из расчета не менее 3 м^2 на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

Расстояния от зданий и сооружений до деревьев и кустарников принимаются согласно существующим нормам. Расстояния между границей древесных насаждений и охладительными прудами и брызгательными бассейнами, считая от береговой кромки, составляют не менее 40 м. Основным элементом озеленения площадок промышленных предприятий предусматривается газон.

На территории предприятия предусматриваются благоустроенные площадки для отдыха и гимнастических управлений работающих. Размеры площадок принимаются из расчета не более 1 м^2 на одного работающего в

наиболее многочисленной смене. Для предприятий с производствами, выделяющими аэрозоли, не предусматриваются декоративные водоемы, фонтаны, дождевые установки, способствующие увеличению концентрации вредных веществ на площадках.

Вдоль магистральных и производственных дорог предусматриваются тротуары независимо от интенсивности пешеходного движения, а вдоль проездов и подъездов – при интенсивности движения не менее 100 чел. в смену. Тротуары на площадке предприятия размещаются не ближе 3,75 м от ближайшего железнодорожного пути нормальной колеи. Сокращение этого расстояния допускается при устройстве перил, ограждающих тротуар. Расстояние от оси железнодорожного пути, по которому производятся перевозки горячих грузов, до тротуаров применяется не менее 5 м, его минимальная ширина должна составлять не менее 1,5 м. Расстояние тротуаров вплотную к проезжей части допускается только в условиях реконструкции предприятия.

На площадках предприятий и территориях промышленных узлов пересечения пешеходного движения с железнодорожными путями в местах массового прохода работающих не допускается. Пересечения в разных уровнях (преимущественно в тоннелях) предусматриваюся в случаях: пересечения станционных путей; перевозок по путям жидких металлов и шлака; производства на пересекаемых путях маневровой работы и невозможности ее прекращения на время прохода людей; отстоя на путях вагонов; интенсивного движения.

При передвижении на территории предприятия инвалидов, использующихся креслами-колясками, пешеходные тоннели оборудуются пандусами.

Ограждение площадок предприятий предусматривается в соответствии с «Указаниями по проектированию ограждений площадок и участков предприятий, зданий и сооружений».

Инженерные сети

Для предприятий и промышленных узлов проектируется единая система инженерных сетей, размещаемых в технических полосах, обеспечивающих занятие наименьших участков территории и увязку со зданиями и сооружениями. На площадках промышленных предприятий предусматриваются преимущественно наземный и надземный способы размещения инженерных сетей. В предзаводских зонах предусматривается подземное размещение инженерных сетей.

Для сетей различного назначения предусматривается совместное размещение в общих траншеях, тоннелях, каналах, на низких опорах, шпалах или на эстакадах с соблюдением санитарных и противоположных норм и правил безопасности. Допускается совместное подземное размещение трубопроводов оборотного водоснабжения, тепловых сетей и газопроводов с

технологическими трубопроводами, независимо от параметров теплоносителя и параметров среды в технологических трубопроводах.

Размещение наружных сетей с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами под зданиями не допускается. Выбор способа размещения силовых кабельных линий следует предусматривать в соответствии с требованиями Минэнерго.

Подземные сети

Подземные сети прокладываются вне проезжей части автомобильных дорог. На территории реконструируемых предприятий допускается размещение подземных сетей под автомобильными дорогами. Вентиляционные шахты, входы и другие устройства каналов и тоннелей должны размещаться вне проезжей части и в местах, свободных от застройки.

В каналах и тоннелях допускается размещение газопроводов горючих газов (природных, попутных нефтяных, искусственных, смешанных и сжиженных) с давлением газа до 0,6 МПа (6 кг/см^2) совместно с другими трубопроводами и кабелями связи при условии устройства вентиляции и освещения в каналах и тоннелях.

Не допускается совместное размещение в канале и тоннеле: газопроводов горючих газов с силовыми кабелями; трубопроводов тепловых сетей с газопроводами сжиженного газа, легковоспламеняющимися, летучими химическими едкими и ядовитыми веществами, стоками бытовой канализации; трубопроводов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с силовыми кабелями связи, сетями противопожарного водопровода и самотечной канализации. Подземные инженерные сети размещаются параллельно в общей траншее; расстояния между инженерными сетями, а также от этих сетей до фундаментов зданий принимаются минимально допустимыми, исходя из размеров и размещения камер, колодцев и других устройств на этих сетях, условий монтажа и ремонта сетей.

При прокладке кабельной линии параллельно высоковольтной напряжением 110 кВ и выше расстояние по горизонтали от кабеля до крайнего провода обеспечивается не менее 10 м.

При размещении инженерных сетей по вертикали на площадках промышленных предприятий и территориях промышленных узлов соблюдаются нормы по проектированию водоснабжения, канализации, газоснабжения, тепловых сетей, сооружений промышленных предприятий.

Газопроводы при пересечении с каналами и тоннелями различного назначения размещаются над или под этими сооружениями в футлярах, выходящих на 2 м в обе стороны от наружных стенок каналов или тоннелей.

Пересечения трубопровода с железнодорожными и трамвайными путями, а также автодорогами предусматриваются, как правило, под углом 90^o.

Наземные сети

При наземном размещении сетей предусматривается защита их от механических повреждений и неблагоприятного атмосферного воздействия.

Наземные сети размещаются на шпалах, уложенных в открытых лотках, на отметках ниже отметок площадок. Допускается размещение сетей в каналах и тоннелях, укладываемых на поверхность территории или на сплошную подсыпку, в каналах и тоннелях полузаглубленного типа, в открытых траншеях и др.

Трубопроводы для горючих газов, токсичных продуктов, трубопроводы, по которым транспортируются кислоты и щелочи, а также трубопроводы бытовой канализации не размещаются в открытых траншеях и лотках.

Наземные сети не размещаются в пределах полосы, отведенной для укладки подземных сетей, требующих периодичного доступа к ним при эксплуатации.

Надземные сети

Надземные инженерные сети размещаются на опорах, эстакадах, в галереях или стенах зданий и сооружений. Кабельные эстакады с воздушными линиями электропередач, внутризаводскими железными и автомобильными дорогами, канатными дорогами, и трубопроводами пересекаются под углом не менее 30^{o}.

Надземные трубопроводы для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, прокладываемых на отдельных опорах, эстакадах и т. п., размещаются на расстояниях не менее 3 м от стен зданий с проемами.

Высота от уровня земли до низа труб (или поверхности изоляции), прокладываемых на высоких опорах, принимается:

– в непроезжей части площадки, в местах прохода людей – 2,2 м;

– в местах пересечения с автодорогами – 5 м;

– в местах пересечения с внутренними железнодорожными подъездными путями и путями общей сети – в соответствии с ГОСТ 9238-83;

– в местах пересечения с трамвайными путями – 7,1 м от головки рельса;

– в местах пересечения с контактной сетью троллейбуса – 7,3 м;

– в местах пересечения трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами с внутренними железнодорожными подъездными путями для перевозки расплавленного чугуна или горючего шлака – 10 м.

9.4. Рациональное размещение производительных сил

Под рациональным понимают такое размещение и распределение ресурсов и средств производства на территории, при котором они наиболее

эффективно используются в мирное и военное время, и при этом обеспечивается снижение потерь от стихийных бедствий, производственных аварий и катастроф.

Рациональное размещение производственных сил (ПС) достигается выполнением специальных мероприятий в соответствии с требованиями нормативно-директивных документов по мобилизационной подготовке и ГО ЧС. На рациональное размещение ПС оказывают объективное влияние такие факторы:

– энергетический, водный, сырьевой, связанные с затратами на производство, доставку и распределение этих ресурсов;

– трудовой, связанный с демографической ситуацией в различных регионах;

– землетрясения и другие природные особенности территории;

– транспортный, связанный с затратами средств и времени на перемещение грузов в процессе производства и доставки потребителям.

С учетом этих факторов мероприятия по рациональному размещению ПС в соответствии с директивными и нормированными документами ГО трансформируются в следующие принципы:

– размещение вновь строящихся промышленных объектов вне зон возможных разрушений и на безопасном удалении от источников вторичных факторов поражения;

– размещение самих объектов – потенциальных источников вторичных факторов поражения таким образом, чтобы ущерб при образовании этих факторов был минимальным;

– размещение в категорированных городах лишь предприятий жизнеобеспечения;

– зонирование территорий городов, установление оптимальной плотности застройки и населения в микрорайонах;

– ограничение концентрации материальных ценностей и населения крупных городов;

– развитие экономически перспективных малых и средних городов, поселков городского типа, размещение на них небольших предприятий, филиалов и отдельных специализированных цехов крупных объектов экономики, действующих в больших городах;

– вывод из категорированных городов предприятий, баз и складов, перерабатывающих или хранящих значительное количество сильнодействующих ядовитых, взрывоопасных или легковоспламеняющихся веществ, а также сортировочных железнодорожных станций и узлов;

– ограничение размещения в больших городах НИУ (научно-исследовательские учреждения), КБ (конструкторские бюро), ПО (производственные объединения), имеющих особо важное, оборонное и народнохозяйственное значение;

– комплексное использование подземного пространства.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит специфика строительных работ в северных регионах РФ? 2. Что такое зона санитарной охраны?
3. Что такое СНиП?
4. Допускается ли строительство на территориях заповедников, в зонах активного карста, оползней, селевых потоков и снежных лавин?
5. Почему грузовые причалы строятся по течению реки ниже селитебной зоны?
6. Какая ширина санитарно-защитной зоны предусматривается между селитебной зоной и промышленным предприятием?
7. В чем состоит специфика инженерных сетей: подземных, наземных и надземных?

Глава 10

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РОСТА КОЛИЧЕСТВА ЧС

Упрямая статистика утверждает: количество чрезвычайных ситуаций в нашей стране и мире быстро возрастает. С учетом того, что человечество постоянно увеличивает свою техническую вооруженность, такое утверждение кажется вполне логичным. На первый взгляд может показаться странным, но наблюдается также стабильный рост природных катастроф. Сегодня можно говорить о том, что масштабы человеческой деятельности на нашей планете сопоставимы с геологическими процессами. Особенно опасная ситуация складывается с масштабами вооружений, применение которого способно многократно уничтожить все живое на нашей планете. При этом речь идет не только о разрушительных видах современных средств поражения, но и других техногенных ЧС: авария на ЧАЭС, катастрофа под Уфой, Бхопал в Индии, Фукусима в Японии, террористический акт в Токийском метро, кораблекрушения нефтеналивных танкеров и т. д. Наглядной иллюстрацией этого являются статистические материалы МЧС России и обширный справочный материал по проблеме безопасности. Лейтмотивом этих документов является влияние промышленных аварий и катастроф на экологическое состояние страны. В частности констатируется, что состояние технической безопасности и противоаварийной устойчивости промышленных предприятий, производств и объектов даже при снижении объемов и темпов производства продолжает ухудшаться, а уровень аварийности возрастает.

Особую актуальность сегодня приобретает проблема глобального потепления на нашей планете, обусловленная резким ростом количества сжигаемых углеводородов и неспособностью природной среды восстанавливать кислородный баланс. Такую несбалансированность заметили ученые разных стран несколько десятилетий назад, когда на фоне быстрого уничтожения лесных массивов темпы роста используемых углеводородов стали удваиваться за 8 лет. А возможности использования углекислого газа для восстановления кислородного баланса сокращаются из-за вырубки лесов, как в восточном, так и западном полушарии. Человечество делает попытки остановить этот неудержимый темп роста углекислого газа в атмосфере, приводящий к потеплению климата на Земле. В 1997 году был подписан Киотский протокол, устанавливающий для промышленно развитых стран квоты объемов потребляемых углеводородов. Однако реализация этого протокола происходит достаточно трудно. Соблюдение условий Киотского протокола для таких развивающихся стран как Индия и Китай, может затормозить темпы развития их национальных экономик. Поэтому требования этого документа, ставшего ооновским документом, для развивающихся стран является сложной проблемой. Соответственно, эта проблема является трудной для всего мирового сообщества.

Пожары, взрывы, выбросы взрывопожароопасных и токсичных продуктов, другие инциденты и аварийные ситуации на производстве все чаще становятся причиной гибели людей и травматизма, оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Подчеркивается, что негативное влияние техногенных катастроф на природу и население страны в ближайшие годы будет расти. И все это вызовет увеличение ежегодных затрат на ликвидацию их последствий с 2 % ВНП в настоящее время до 4-5 % в ближайшем будущем. А это больше расходов России на здравоохранение и охрану окружающей среды.

По данным Российской Академии наук, смерть и увечья в условиях ЧС ежегодно касаются 300 тысяч человек. Прямые материальные потери составляют 3-5 % валового национального продукта, а косвенные превышают их в среднем вдвое. В последние годы материальные потери возрастают ежегодно на 10-30 % и в несколько раз превосходят потери в промышленно развитых странах (несмотря на резкий спад производства).

По данным прогноза, даже после стабилизационного периода в развитии России возможный прирост ВНП будет не в состоянии компенсировать ежегодные 10-12 % его потери от аварий и катастроф.

Изношенность и старение значительной части основных фондов

Основные фонды РФ на сегодняшний день фактически достигли предела безаварийного использования. Например, на предприятиях химического комплекса основные фонды со сроком эксплуатации 20 лет составляют 90-100 %, а на ряде объектов оборудование эксплуатируется свыше 30 лет. Ежегодно растет число ненадежных трубопроводов (срок службы более 30 лет). Особенно тревожная ситуация в городах Москва и С.-Петербург, где сотни километров только газопроводов эксплуатируются более 40 лет.

Участившиеся падения пассажирских самолетов подтвердили факты эксплуатации лайнеров, которые давно отработали свой ресурс. Кроме того, существуют многочисленные примеры использования старых запчастей, снятых с других отработавших свой срок агрегатов. Это касается не только авиастроения, но и других отраслей промышленности. Достаточно вспомнить трагедию с круизным речным судном «Булгария», которое много лет эксплуатировалось в заведомо неисправном состоянии.

Падение технологической и производственной дисциплины

Среди причин возникновения аварий в последнее время стал доминировать человеческий фактор. В связи с отменой ряда ведомственных документов о порядке организационной работы по безопасности, а также затянувшейся структурной перестройкой резко ослаблено управление безопасностью на производстве. Новые экономические структуры (корпорации, концерны, ассоциации и т. п.) мало занимаются вопросами

обеспечения безопасности промышленного производства. Остро проблема стоит на транспорте, где она проявляется особенно наглядно. Из-за несогласованности диспетчерских структур в аэропорту Внуково недавно на взлетную полосу выехал трактор, который стал причиной трагедии с французским самолетом. Как показывают расследования, к управлению транспортных средств часто привлекаются люди без соответствующей квалификации. Снижается качество подготовки специалистов.

Распад техносферы

В СССР техносфера формировалось как единое целое. Нарушение хозяйственных связей привело к ухудшению материального снабжения производств запчастями, срыву сроков профилактических и ремонтных работ, а следовательно, к снижению противоаварийной устойчивости. Аварийное прекращение выпуска весьма дефицитной продукции (для промышленности, строительства, аграрного секторов экономики) приводит к огромным материальным потерям. Особое внимание проблеме следует уделять во времена кризисов, когда требуется качественное замещение импортных товаров.

Отсутствие экономического стимулирования безопасного производства

Сегодня отмечается слабая база нормирования в области предупреждения ЧС. Отсутствуют экономические механизмы, позволяющие активно влиять на создание безопасных условий труда. Действующие нормативные акты не позволяют задействовать в полной мере экономические рычаги и стимулы для обеспечения безопасности. Задача лежит в области законодательства, что является компетенцией Государственной Думы РФ.

Отсталость и несоответствие применяемых технологий современным требованиям

Анализ причин и последствий крупных аварий показал, что сложные технические системы, наиболее опасные для людей и природы, в большинстве проектируются с использованием традиционных правил. Сегодня на трубопроводном транспорте эксплуатируются десятки тысяч ненадежных и негерметичных насосов, что является причиной около 30 % аварий. В последние годы, благодаря внедрению современных технологий, качество труб существенно возросло, однако их последующая транспортировка, укладка, сварка, эксплуатация, при несоблюдении соответствующих норм, могут нанести ущерб и стать причиной аварий и катастроф. Все это свидетельствует о необходимости одновременного повышения технологического уровня всех звеньев работ от проектной документации до

ликвидации производства. Нередки случаи, когда после закрытия производства работами по ликвидации не занимаются. Особенно актуальна эта проблема для горной промышленности Урала. Заброшенные рудники и шахты здесь становятся региональной экологической проблемой: затоплены рабочие поселки, отравлены грунтовые воды, нарушен рельеф поверхности вследствие провалов горных выработок, а отвалы обогатительных фабрик отравляют окрестности пылью.

Неадекватный современным требованиям уровень научных исследований по промышленной безопасности тормозит конструкторскую и проектную работу, сдерживает организационную перестройку системы обеспечения безопасности и противоаварийной устойчивости промышленных производств. Это привело к необходимости проведения фундаментальных и прикладных научных исследований в этой области. В качестве примера можно привести ГНТП (Государственная научно-техническая программа) «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф». Ведущие направления этой программы координируют Миннауки России, РАН, МЧС России, Госгортехнадзор, Госатомнадзор и другие министерства и ведомства. Подобные научные исследования должны получать солидную бюджетную поддержку в ближайшем будущем.

Ослабление деятельности органов государственного надзора

Прежде всего, это связано с уходом из них наиболее квалифицированных кадров (низкая оплата труда). Требуется дальнейшее совершенствование системы госнадзора, повышение статуса надзорных органов. В то же время надзорные органы порой организуют ненужную опеку предприятий и подменяют функции ведомственного контроля. Необходимость реформирования надзорных органов очевидна, она должна, с одной стороны, обеспечить безопасную работу объектов экономики, а с другой – повысить эффективность производства без упомянутой выше «опеки», которая нередко сопровождается коррупцией.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем сущность Киотского протокола?
2. В чем сущность парникового эффекта?
3. Почему возрастает количество природных катастроф?
4. Почему возрастает количество техногенных катастроф?
5. Сколько процентов ВВП теряется вследствие природных и техногенных катастроф?
6. Назовите основные причины роста аварий и катастроф.
7. Что предусматривают квоты Киотского протокола?

Глава 11

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧС

Аварии и катастрофы на опасных (радиоактивных, химических и др.) объектах могут привести к существенному загрязнению объектов внешней среды, продуктов питания, кормов и водоисточников радиоактивными веществами, что приведет к снижению эффективности сельскохозяйственного производства, а главное – к отрицательному воздействию на здоровье населения. При этом, как показывают результаты катастрофы на Чернобыльской АЭС, следует учитывать долговременный характер устранения последствий подобных аварий и катастроф. Продолжительность радиоактивного заражения, опасного для здоровья людей, может составлять сотни лет. Характер влияния опасности зависит также от разнообразия почвенно-климатических зон, определяющих систему ведения сельскохозяйственного производства в различных регионах РФ. В разделе общих требований по охране окружающей среды и снижению экологического ущерба целесообразно предусмотреть:

• разработку системы мероприятий по оперативному устранению последствий опасного загрязнения местности;

• разработку методов, технических средств, приспособлений и модернизированных рабочих органов, использование которых будет способствовать ускоренной ликвидации последствий загрязнения местности;

• разработку методов социально-экономической и экологической оценок эффективности мероприятий по подготовке сельскохозяйственного производства к ЧС и ликвидации их последствий;

• совершенствование механизма хозяйствования в условиях рыночной экономики с целью повышения заинтересованности хозяйственных субъектов в устойчивом функционировании сельскохозяйственного производства с соблюдением экологических требований и в участии ликвидации последствий ЧС, а также в восстановлении нарушенного производства;

• сертификацию сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и питьевой воды по научно обоснованным предельно допустимым уровням загрязнения;

• сертификацию здоровья всех групп населения с выдачей прогноза развития болезней и паспорта лечебно-профилактических и защитных рекомендаций по каждой конкретной группе с целью осуществления медицинского и агроэкологического мониторинга регионов, подвергшихся загрязнению;

• создание наднациональной системы контроля среды обитания в соответствии с международным экологическим правом с целью постоянной корректировки республиканских отраслевых экологических требований.

Оценка потерь в условиях чрезвычайной ситуации, вызванных воздействием поражающих факторов различного типа стихийных бедствий природного характера, в стоимостном выражении показала, что ежегодный ущерб сельскому хозяйству составляет десятки миллиардов руб.

Существенный ущерб сельскому хозяйству может быть причинен также чрезвычайными ситуациями, обусловленными деятельностью человека, т. е. антропогенного характера. Например, такие ЧС могут возникать в результате аварий на химически опасных предприятиях и особенно на объектах атомной промышленности. Так, авария на Чернобыльской АЭС (1986) по масштабам и совокупности последствий может быть отнесена к самой крупной ядерной катастрофе, охватившей огромные территории не только Украины, но и Российской Федерации. По данным Роскомгидромета, по состоянию на 01.03.92 г. загрязнение почв радионуклидами со средней плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1 Ku/км^2 зарегистрировано на 15 административных территориях России. Это, прежде всего, Брянская обл. (34 % территории), Калужская (17 %), Белгородская (8,5 %), Воронежская (9,1 %), Ленинградская (1,0 %), Липецкая (около 8,0 %), Орловская (40 %), Пензенская (3,0 %), Рязанская (15 %), Тамбовская (1,7 %), Тульская (4,7 %), Ульяновская (0,6 %), Мордовия (2,0 %). Общая площадь загрязненной территории с указанной плотностью составляет около 855 тыс. км^2, в том числе около 3,3 млн. га сельскохозяйственных угодий. При этом территория с плотностью загрязнения ^{137}Cs свыше 15 Ku/км^2 составляет 2,4 тыс. км^2 – с плотностью загрязнения 5-15 Ku/км^2 – 5,5 тыс. км^2 и 1-5 Ku/км^2 – 47 тыс. км^2. Кроме того, в 28 областях, краях и республиках в составе Российской Федерации отмечено загрязнение почв от 0,1 до 0,6 Ku/км^2.

Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения местности в первую очередь в зонах, где плотность загрязнения превышает 5 Ku/км^2, обусловливает необходимость решения ряда сложных задач с разработкой соответствующих очистных мероприятий, которые должны быть практически реализованы заблаговременно. В пострадавших регионах, особенно в тех, где наряду с радиоактивным загрязнением отмечено также загрязнение сельскохозяйственных угодий промышленными выбросами, может создаться чрезвычайно острая общая экологическая обстановка. Так, оценка современного состояния агробиоценозов в Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Рязанской и других областях на фоне радиоактивного загрязнения местности показала высокую «перегрузку» сельскохозяйственных угодий различными промышленными выбросами, избыточными количествами пестицидов и балластными веществами от минеральных удобрений. Причем многие из веществ-загрязнителей являются канцерогенными и мутагенными. В результате ухудшается качество продуктов питания и питьевой воды.

Вследствие этого «генетический груз» на население загрязненных районов резко увеличивается, что ведет к подавлению иммунной системы человека и вызывает новые специфические заболевания, а в итоге

отрицательно влияет на наследственность, особенно в сочетании с радиационным воздействием. В связи с этим необходим мониторинг за частотой возникновения мутаций у населения, который должен установить, в какой мере усиливается «генетический груз» на человека в условиях чрезвычайной ситуации при увеличении воздействия на него природных и искусственных мутантов. Поэтому в регионах, где отмечено (или прогнозируется) воздействие поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации, необходимо проведение нескольких видов мониторинга: агроэкологического, медицинского, генетического и демографического с целью получения объективной информационной основы для принятия оптимальных решений в хозяйственной деятельности.

В дополнение к изложенному следует отметить, что на территории Российской Федерации имеется немало регионов, в которых уже в настоящее время возникли долговременные чрезвычайные ситуации. В этих регионах общая антропогенная нагрузка превышает естественные экологические возможности природных ландшафтов, что приводит к возникновению острых экологических ситуаций различного уровня: критического, кризисного а, в ряде случаев – катастрофического. В таких условиях отмечаются изменения природных ландшафтов, нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов (в том числе генофонда) и ухудшения условий проживания населения, что приводит к ощутимым изменениям его здоровья.

Всего выделено около 180 ареалов с острой экологической ситуацией. В кризисном или приближающемся к катастрофическому состоянию находятся, прежде всего, крупные промышленные центры вместе с пригородами, где особенно загрязнена природная среда, например, территория Москвы и Санкт-Петербурга. В трудной ситуации находится также Среднее Поволжье, Кольский полуостров, промышленная зона Урала, Горный Алтай, некоторые районы Сибири.

Неординарного подхода требует решение экологических проблем, в первую очередь радиационных, в азиатской части республики, где спектр выпавших радионуклидов в почве и поглощаемых растительным и животным миром существенно отличается от Чернобыльского; соответственно имеются различия в силе воздействия на низшие и высшие организмы тундры, Уральской и Алтайской зон.

Биосфера «сдавлена» и в других частях Российской Федерации. Например, на отвалах горного производства накоплено более 30 млрд. т отходов; ежегодно образуется около 200 млн. т токсичных отходов промышленных предприятий и около 34 млн. т твердых бытовых отходов. Утилизацией этих отходов пока ответственно не занимаются. В водные объекты республики сбрасывается до 100 км^3 сточных, коллекторно-дренажных и других вод, с которыми в водоемы и водотоки поступило до 20 млн. т загрязняющих веществ.

Возрастает также загрязнение природной среды выбросами предприятий микробиологического синтеза (в медицинской и сельскохозяйственных

сферах); некоторые из предприятий работают с патогенными материалами, в том числе с новыми штаммами микроорганизмов, получаемых искусственно. Выбросы при таких процессах оказывают существенное влияние на увеличение степени загрязнения биосферы, что повышает опасность деградации, прежде всего агросферы, а в ней в первую очередь почвы и рыбного хозяйства. В связи с увеличением загрязнения снижается продуктивность сельского хозяйства, обостряется продовольственная проблема. Ухудшается качество продуктов питания, и соответственно растет заболеваемость человека, подавляется его иммунная система, нарушается наследственность. Существенное дестабилизирующее влияние на экологическую ситуацию в целом и на сельскохозяйственное производство в частности оказывают деградация и переруб лесных массивов, вследствие чего изменяется водный баланс почв и уменьшается продуцирование кислорода. Причем происходит это в планетарном масштабе: две трети мировых запасов леса уже уничтожены и вырубка превышает их восстановление. Оставшиеся лесные массивы уничтожаются со скоростью 20 га в минуту.

В Российской Федерации истребление леса идет с еще большей скоростью. Кроме того, в связи с развитием энергетики, электроники, радиотехники и транспорта увеличивается количество промышленных объектов, излучающих сильные электромагнитные спектры, усиливается также физическое воздействие (шумы, вибрации и т.д.) на биологические объекты.

Одновременно происходит постоянное истощение запасов пресной воды и увеличивается загрязнение почвенных и грунтовых вод, что ведет к ухудшению качества воды, используемой на питьевые цели и на орошение, и, в конечном счете, к дальнейшему усилению «давления» мутагенов на живую материю. Все это существенно ослабляет здоровье населения и нарушает экологическое равновесие в природе. Проблема выживания населения в экологически напряженных условиях все более усложняется и требует срочного вмешательства законодательных и правовых органов. Таким образом, вышеизложенные данные показывают, что в современных условиях самой уязвимой оказалась агросфера, от состояния которой во многом зависит эколого-генетическая безопасность Российской Федерации. На основании анализа и обобщения данных соответствующих литературных источников на территории РФ можно выделить 15 зон, в которых агросфера наиболее серьезно дестабилизирована:

• зона влияния последствий Чернобыльской катастрофы (Нечерноземная зона и др. области);

• зона вокруг промышленных объектов Челябинской и Свердловской областей;

• зона вокруг промышленных объектов Кольского полуострова (Мончегорск, Никель, Апатиты) и тундры (Норильск и др.);

• Башкортостан (пригороды Уфы, Стерлитамака, Салавата, Мелеуза, Благовещенска);

• Нижнее Поволжье – Саратовская, Волгоградская, Астраханская области, Прикаспийский Дагестан, Северная часть Каспийского моря;

• Кузбасс – Кемеровская область (пригороды Кемерова, Новокузнецка, Прокопьевска);

• зона Западно-Сибирского нефтегазового комплекса – северные и центральные районы Западной Сибири и Тюменско-Тобольского топливно-перерабатывающего комплекса;

• Иркутская область – особенно пригородные зоны Иркутска, Шелехова, Ангарска, Черемухова, Усолье-Сибирска, Братска, Усть-Илимска;

• сельскохозяйственные районы, примыкающие к Онежскому и Ладожскому озерам;

• зона Тульско-Щекинско-Новомосковская (где развита химическая промышленность, черная металлургия, энергетика);

• зона Магнитогорско-Орско-Троицкая (где развита черная и цветная металлургия);

• Горный Алтай (урановые рудники);

• зоны вокруг целлюлозно-бумажных производств – Архангельская и другие области;

• пригороды Абакана, Барнаула, Кургана, Комсомольска-на-Амуре, Красноярска, Новосибирска, Усть-Каменогорска, Хабаровска, Читы, Омска, Оренбурга, Улан-Удэ и других городов в азиатской части России;

• пригороды Москвы (юго-восточная часть), Санкт-Петербурга, Калининграда, Грозного, Ростова-на-Дону, Липецка и других городов в европейской части России.

В указанных регионах отмечается не только чрезвычайная экологическая ситуация, а и наивысшая социально-демографическая напряженность и наибольшая угроза разрушения генетического потенциала высших организмов.

К мероприятиям, обеспечивающим защиту населения в ЧС, относятся:

• своевременное оповещение об угрозе возникновения ЧС, радиоактивного, химического, бактериального (биологического) заражения, катастрофического затопления, а также о крупных производственных авариях, катастрофах и стихийных бедствиях;

• комплексное применение основных способов защиты: укрытие в защитных сооружениях, проведение эвакуации рассредоточения, использование медицинских средств индивидуальной защиты;

• проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения;

• обучение населения гражданской обороне (курсы ГО).

Согласно ГОСТ 22.02.94, – защита населения в ЧС включает совокупность взаимосвязанных по времени и месту проведения ресурсов и мероприятий РСЧС, направленных на предотвращение или сокращение, снижение потерь населения и угрозы жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействий источников ЧС. Она также предусматривает

прогнозирование, оповещение населения, ведение радиохимической и биологической разведки, использование средств индивидуальной защиты, ликвидацию и локализацию очагов ЧС.

Среди мероприятий, обеспечивающих защиту населения и его жизнедеятельность в ЧС, важное место занимают:

• развитие, совершенствование и поддержание в готовности систем оповещения населения об угрозе нападения противника, радиационном, химическом и бактериологическом заражении, о возникновении крупных производственных аварий, катастроф, стихийных бедствий систем разведки;

• наблюдения и лабораторный контроль над зараженностью природной среды, пищевого сырья, продуктов питания, воды. Выполняют эту работу оперативные дежурные управлений по делам ГО и ЧС, сеть наблюдения и лабораторного контроля, дежурные силы гидрометеослужбы, дежурно-диспетчерские службы министерств и ведомств;

• накопление и содержание в готовности к использованию фонда ЗС (защитные сооружения), СИЗ (средства индивидуальной защиты), МЗ (медицинской защиты);

• организация рассредоточения и эвакуации населения и заблаговременная подготовка загородной зоны (временное отсечение);

• иммунизация населения, подготовка к экстренному применению защитных медицинских препаратов и средств;

• подготовка сил и средств для проведения АСР (аварийно-спасательных работ);

• обучение населения способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях;

• развитие в загородной зоне существующих и строительство новых лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений;

• развитие защитных систем водоснабжения, подготовка источников в загородной зоне;

• расширенное строительство защищенных (от РВ, ОВ) складов и баз для хранения запасов продовольствия и пищевого сырья, предметов первой необходимости;

• четкая организация перевозки населения к месту работы и к месту жительства;

• подготовка сил и средств для массовой санитарной обработки населения, сырья, материалов;

• совершенствование информационных служб, улучшение качества морально-психологической подготовки населения и другие.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие аварии и катастрофы называют экологическими?
2. Что такое экологический мониторинг?
3. Назовите наиболее загрязненные области РФ.

4. Назовите основные причины загрязнения Уральского региона.
5. Назовите основные мероприятия, обеспечивающие защиту населения в ЧС.

Глава 12

ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

В настоящее время влияние деятельности человека на окружающую среду настолько велико, что практически любой район страны, заселенный людьми, – это техносферный регион, площадь которого постоянно растет. Человек окружает себя продуктами собственной деятельности, создавая техносферное пространство искусственно сформированной среды. Сегодня техносфера находит свое воплощение в промышленном производстве, транспорте, жизни мегаполисов и населенных пунктов. Пожалуй, это основные составляющие понятия «техносфера». В этом разделе уделено внимание всем трем составляющим, но, согласно тематике дисциплины, акцент сделан на обеспечении промышленной безопасности в нашем государстве.

Согласно ст. 3 Закона РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», нормативно-технические документы должны соответствовать нормам в области:

- защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- охраны окружающей природной среды;
- экологической безопасности;
- пожарной безопасности;
- охраны труда;
- строительства,

а также требованиям государственных стандартов.

12.1. Предупреждение аварий и катастроф в техносфере как основа безопасного развития общества

Развитие общества может быть устойчивым, если оно характеризуется необратимым, направленным и закономерным увеличением эффективности и масштабов общественного производства, повышением уровня жизни людей.

Современное развитие общества все в большей мере сталкивается с проблемой предупреждения чрезвычайных ситуаций, обеспечением безопасности, защиты человека и окружающей природной среды от воздействия опасных техногенных, природных и экологических факторов.

Промышленное производство, сконцентрировав в себе колоссальные запасы различных видов энергии, вредных веществ и материалов, стало постоянным источником техногенной опасности и возникновения аварий, сопровождающихся либо приводящих к чрезвычайным ситуациям. Внедрение в производство новых технологий не снижает уровень опасности, а влечет появление качественно иных видов риска. Непременным условием

устойчивого развития общества является безопасность человека и окружающей природной среды, их защищенность от воздействия вредных техногенных, природных, экологических и социальных факторов. Огромные масштабы социально-экономических последствий аварий и катастроф техногенного характера, все более устойчивая тенденция возрастания вызванных ими людских и материальных потерь ставит проблему обеспечения безопасности в ряд наиболее актуальных научно-технических и прикладных проблем современности.

Безопасность и устойчивость развития общества – два взаимосвязанных понятия, имеющих важное значение при выборе ориентиров и путей достижения высокого материального и духовного уровней жизни людей.

В общем случае под безопасностью мы будем понимать состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Под безопасностью, включающей природные, экологические и техногенные факторы, обычно понимается состояние защищенности человека, общества и окружающей природной среды от чрезмерно вредных воздействий техногенных, природных и экологических факторов.

Уровень безопасности, соответствующий тому или иному состоянию общества, его экономическим и научно-техническим возможностям, имеет стохастическую природу и определяется целым рядом случайных явлений.

В общем случае он характеризуется:

• вероятностью возникновения техногенных аварий, катастроф, стихийных бедствий и возможным ущербом при этих событиях;

• степенью негативного воздействия на человека и окружающую природную среду вялопротекающих техногенных и природных процессов при сохранении на макроуровне равновесного состояния экосистем;

• вероятностью перерастания экологической обстановки в кризисную и катастрофическую и возникновения чрезвычайной ситуации.

Целью предупреждения аварий и катастроф в техносфере является не просто безопасность населения, но и безопасное и устойчивое развитие общества. Базисом решения проблемы безопасного и устойчивого развития общества является устойчивое сбалансированное и пропорциональное развитие экономики государства. Таким образом, вопросы предупреждения аварий и катастроф и безопасного развития общества между собой взаимосвязаны, и решать их необходимо совместно.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» под предупреждением чрезвычайных ситуаций понимается комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Из этого определения можно сделать вывод, что предупреждение чрезвычайных ситуаций направлено на решение двух задач, связанных воедино между собой, а именно:

– предотвращение аварий (катастроф) на объектах экономики и территориях;

– снижение тяжести их последствий в случае возникновения.

Именно эти положения легли в основу Концепции природно-техногенной безопасности Российской Федерации (1997). Последняя представляет собой систему официально принятых взглядов на вопросы обеспечения защиты личности, общества и государства от негативных проявлений производственных и транспортных аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера связано с наличием внутренних и внешних источников опасностей техногенного характера.

Наиболее опасными из внутренних источников опасностей являются (в соответствии с Концепцией):

– продолжающиеся кризисные явления в экономике России и снижение уровня государственного контроля над базовыми отраслями экономики;

– снижение эффективности государственного управления отраслями экономики и организациями;

– прогрессирующий износ средств производства, особенно на предприятиях химического комплекса, нефтегазовой, металлургической и горнодобывающей промышленности;

– резкое снижение темпов обновления основных фондов, особенно на предприятиях добывающих отраслей;

– увеличение масштабов использования опасных веществ и материалов;

– снижение уровня государственного надзора в добывающих и перерабатывающих отраслях экономики, упадок культуры производства, государственной и технологической дисциплины;

– снижение уровня профессиональной подготовки персонала предприятий промышленности;

– сложность выполнения требований по технике безопасности в промышленности, на транспорте, энергетике, сельском хозяйстве, системах управления в условиях финансово-экономического кризиса;

– отсутствие в современной нормативно-правовой базе требований к частным предприятиям по защите окружающей среды, ограничивающих размещение на территории страны потенциально опасных производств;

– ухудшение общей социально-экономической обстановки в стране.

К внешним источникам техногенных угроз относятся:

– сохраняющаяся опасность трансграничного переноса загрязнений и распространения особо опасных токсичных веществ и инфекционных заболеваний;

– возникновение на иностранных территориях глобальных техногенных катастроф трансграничного характера;

– международный техногенный терроризм.

Наибольшее распространение получили техногенные чрезвычайные ситуации, связанные с выбросами сильнодействующих ядовитых, радиоактивных и биологически опасных веществ, транспортные аварии и катастрофы, пожары, взрывы. Серьезную угрозу представляют вторичные факторы поражения, возникающие вследствие произошедших аварий и катастроф.

12.2. Цели, задачи, правовые основы и методы обеспечения безопасности в техносфере

Основными целями системы обеспечения безопасности в техносфере являются:

– защита жизненно важных интересов личности, общества и государства от опасностей техногенного и природного характера;

– эффективное противодействие внутренним и внешним природным и техногенным опасностям;

– обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в чрезвычайных ситуациях.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач:

– снижение риска возникновения аварий и катастроф в техносфере;

– организация защиты населения, попавшего в зоны чрезвычайных ситуаций;

– организация экстренного реагирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Реализация целей и задач системы обеспечения безопасности в техносфере обусловливается правильным выбором принципов ее построения, главными из которых являются:

– соблюдение баланса жизненно важных интересов личности, общества, государства и их взаимная ответственность за обеспечение безопасности в техносфере;

– комплексность, экономичность, достаточность и своевременность мероприятий, выполняемых в целях обеспечения безопасности;

– сочетание централизма в управлении процессами обеспечения безопасности с активным участием и инициативой субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в осуществлении соответствующих мероприятий;

– организация руководства системой в соответствии с существующей структурой государственной власти и управления экономикой;

– системность, определяющая безопасность в техносфере как элемент общей системы национальной безопасности России;

– взаимосвязь национальной и международной сфер обеспечения безопасности.

Правовыми основами обеспечения безопасности в техносфере являются Конституция Российской Федерации, Указы и распоряжения Президента Российской Федерации, законы Российской Федерации «О безопасности», «Об обороне», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О радиационной безопасности населения», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей», «О безопасности гидротехнических сооружений», постановления Правительства Российской Федерации, регулирующие отношения в области техногенной безопасности, иные нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, принятые в пределах их компетенции в данной сфере, а также международные договоры и соглашения, заключенные или признанные Российской Федерацией.

Организационными основами обеспечения промышленной безопасности являются:

• лицензирование видов деятельности;

• сертификация технических устройств и оборудования, используемых на объектах промышленности;

• жесткие требования промышленной безопасности к проектированию, строительству, приемке в эксплуатацию и к эксплуатации производственных объектов;

• подготовка к действиям в ЧС;

• контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;

• расследование причин аварий и катастроф;

• экспертиза промышленной безопасности (в т. ч. деклараций безопасности);

• экспертиза проектов строительства;

• экспертиза состояния безопасности населения и территорий;

• декларирование промышленной безопасности;

• страхование промышленных рисков и страхование ответственности за причинение вреда в ЧС;

• федеральный надзор в области промышленной безопасности;

• персональная ответственность за обеспечение безопасности от административной до уголовной.

Безопасность жизнедеятельности населения (имеется в виду безопасность мегаполисов и населенных пунктов) в условиях наличия опасностей техногенного характера также обеспечивается:

• прогнозированием возможных чрезвычайных ситуаций, их последствий, осуществляемым специальными органами на основании объективных данных наблюдения и контроля или являющимся результатом анализа функционирования объектов и конкретных количественных

показателей отклонений от нормы, которые могут привести к авариям и катастрофам;

• предупреждением чрезвычайных ситуаций техногенного характера и проведением мероприятий по снижению ущерба;

• экстренным реагированием на возникшие чрезвычайные ситуации содержащимися в постоянной готовности силами и средствами;

• проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах чрезвычайных ситуаций с привлечением профессиональных спасателей и подготовленных аварийно-спасательных подразделений;

• оказанием медицинской помощи пострадавшим, организацией укрытия или эвакуации населения из районов бедствия и его жизнеобеспечением;

• снабжением населения средствами коллективной и индивидуальной защиты;

• подготовкой органов управления, спасателей, командного состава формирований и войск гражданской обороны Российской Федерации и населения к эффективным действиям в экстремальных условиях.

12.3. Основные мероприятия по предупреждению аварий и катастроф в промышленности

Государственная политика в сфере обеспечения техногенной безопасности осуществляется в рамках общей системы обеспечения национальной безопасности Российской Федерации на основе Конституции РФ.

Основные направления государственной политики по обеспечению техногенной безопасности на мирное и военное время реализуются через федеральные и региональные целевые программы, ежегодное планирование мероприятий гражданской обороны, систему государственного мобилизационного планирования и планы оперативного оборудования территории страны в интересах обороны.

Государство как основной субъект техногенной безопасности организует и осуществляет выполнение комплекса мероприятий по ее обеспечению:

В области прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций:

– разработку научных методов изучения техногенных опасностей, выявление причин, закономерностей их возникновения и характер проявления;

– образование федеральной системы комплексного мониторинга, контроля, надзора, прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций;

– реализацию целевых и научно-технических федеральных программ по проблемам безопасности;

– контроль соблюдения норм и правил инженерно-технических мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов производственного и социального назначения;

– разработку отраслевых норм и правил безопасности производства, технологических процессов, продукции, а также правил защиты работников предприятий, учреждений и организаций от чрезвычайных ситуаций;

– повышение роли и эффективности государственного надзора и экспертизы по вопросам безопасности территорий и объектов экономики от опасностей техногенного характера;

– развитие системы декларирования безопасности объектов экономики, их паспортизации и лицензирования деятельности с учетом безопасности процессов производства и производимой продукции;

– формирование и широкое внедрение системы страхования промышленных рисков;

– реализацию комплекса мер государственной экономической поддержки инвестирования мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и создание условий для их ликвидации с наименьшим ущербом и затратами.

В области обеспечения защиты населения и территорий от опасностей техногенного характера:

– научное обоснование соотношения индивидуальных и коллективных средств защиты населения в потенциально опасных районах и на объектах экономики;

– строительство защитных сооружений на объектах повышенной опасности и приспособление имеющихся производственных и иных помещений, подземного пространства городов и объектов под защитные сооружения;

– создание условий, обеспечивающих укрытие населения и персонала потенциально опасных промышленных предприятий в защитных сооружениях и накопление необходимого количества средств индивидуальной защиты;

– принятие эффективных мер по сохранению имеющегося фонда защитных сооружений и поддержанию их в готовности к использованию по основному предназначению;

– разработку общих требований по подготовке объектов экономики к устойчивому функционированию в условиях поражающих воздействий всех видов;

– подготовку эвакомероприятий из зон чрезвычайных ситуаций и местностей, находящихся вблизи объектов повышенной опасности;

– разработку комплекса мероприятий по созданию нормативных, организационных и технических основ решения задач жизнеобеспечения населения, пострадавшего при чрезвычайных ситуациях;

– создание системы профессиональной подготовки руководящих кадров органов управления, формирований и войск гражданской обороны Российской Федерации и спасателей к действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций;

– организацию обучения населения приемам самозащиты, взаимопомощи и правилам поведения в экстремальных условиях.

В области ликвидации последствий техногенных аварий, катастроф:

– создание необходимой группировки сил РСЧС;

– развитие формирований и войск гражданской обороны Российской Федерации, разработку нормативной правовой базы их деятельности;

– создание и поддержание в постоянной готовности локальных систем оповещения и информации о возникающих угрозах, осуществление в установленном порядке сбора и обмена информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

– оперативное доведение до органов управления и населения сигналов оповещения;

– развитие системы управления силами ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– образование в городах Российской Федерации единых дежурно-диспетчерских служб;

– проведение на предприятиях экономики и объектах жизнеобеспечения населения комплекса мероприятий, направленных на повышение устойчивости их работы в условиях чрезвычайных ситуаций;

– создание страховых фондов, резервов материальных и финансовых ресурсов на случай ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф;

– планирование мероприятий по обеспечению безопасности (будет рассмотрено ниже).

В области научно-технического обеспечения:

– организацию и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, опытно-конструкторских, испытательных и проектных работ по проблемам техногенной безопасности, моделирование и системный анализ возможных видов опасностей, угроз и вредных воздействий на население и окружающую природную среду, а также мероприятий по комплексной защите от них;

– разработку целевых и научно-технических федеральных программ по проблемам безопасности;

– подготовку комплекса научно-методических мероприятий, направленных на обеспечение устойчивого функционирования экономики в условиях опасностей мирного и военного времени.

В области международного сотрудничества:

– обеспечение условий для глубокой интеграции России в международные организации;

– развитие Российского национального корпуса чрезвычайного гуманитарного реагирования;

– проведение активной политики по сотрудничеству с зарубежными государствами.

– Приоритетными направлениями государственной политики в области обеспечения техногенной безопасности являются:

– последовательное планомерное улучшение социально-экономических условий жизнедеятельности населения страны;

– создание высокоэффективной системы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

– забота о сохранении жизни и здоровья людей, подвергшихся воздействию опасных факторов.

Федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления решают задачи обеспечения природно-техногенной безопасности с учетом основных концептуальных и стратегических направлений перехода России на путь устойчивого развития, предполагающего сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала с целью удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений.

Обеспечение техногенной безопасности состоит в выполнении всеми органами государственной власти и отдельными гражданами правовых, экономических, инженерно-технических, природоохранных, организационных, методических и иных норм и мероприятий, направленных на обеспечение защиты населения и территорий от ЧС техногенного характера. Задача обеспечения техногенной безопасности в РФ возложена на Единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС. Государственное управление, координацию деятельности и непосредственное руководство в области защиты населения и территорий от ЧС осуществляет МЧС России.

Свое воплощение основные положения государственной политики в области безопасности в техносфере нашли в Законе РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 2.06.97 г., в законе РФ «О безопасности гидротехнических сооружений», ГОСТах, СНиПах и других документах.

С целью решения данных задач и снижения вероятности возникновения аварий необходимо выполнить, в первую очередь, ряд мероприятий:

- разработку и внедрение новых технологий на объектах экономики;
- соблюдение норм и нормативов производственной деятельности;
- совершенствовать подготовку производственного персонала;
- прогноз возможных ЧС на объектах экономики (применительно к потенциально опасным производствам);

- декларирование и паспортизацию потенциально опасных производств;
- лицензирование потенциально опасных видов деятельности;
- мониторинг потенциально опасных технологических процессов, а также и, возможно, другие мероприятия, которые могут способствовать снижению вероятности возникновения аварий.

Таким образом, основными направлениями предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются:

- предотвращение (снижение риска) возникновения аварий (катастроф) техногенного характера;
- защита населения и производственного персонала, подготовка системы их жизнеобеспечения;
- рациональное размещение производительных сил на территории региона;
- локализация зон воздействия поражающих факторов;
- подготовка объектов экономики (региона) к работе в условиях аварий (катастроф);
- подготовка системы управления, сил и средств подсистем РСЧС к ликвидации аварий (катастроф).

Планирование мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Мероприятия по предупреждению ЧС техногенного характера разрабатываются территориальными, ведомственными и функциональными органами управления и должны обеспечивать функционирование соответствующих звеньев экономики при заданном (приемлемом) уровне безопасности для производственного персонала, населения, объекта экономики и окружающей природной среды. При этом мероприятия по снижению риска возникновения аварий (катастроф) осуществляются органами управления ведомственных подсистем РСЧС.

Мероприятия по предупреждению ЧС разрабатываются и осуществляются с учетом прогнозов аварий (катастроф), возникающих на объектах экономики, и их ожидаемых последствий. При разработке этих мероприятий должны учитываться возможные источники ЧС как техногенного, так и природного характера. Характер, объем и сроки проведения мероприятий зависят от степени опасности источников ЧС для производственного персонала, населения, окружающей природной среды и возможного экономического ущерба в случае возникновения ЧС, а также от значения объектов для жизнеобеспечения населения в условиях ЧС и результатов предшествующей работы по предупреждению ЧС.

Мероприятия разрабатываются с учетом опыта работы по предупреждению ЧС на объектах экономики и с учетом достижений научно-технического прогресса в области предупреждения ЧС в стране и за рубежом.

При разработке мероприятий должны выполняться требования по предупреждению ЧС, включенные в федеральные и региональные нормативно-методические документы.

Мероприятия по предупреждению ЧС объектового уровня должны включаться в соответствующие планы развития, реконструкции и перевооружения отраслевых звеньев экономики. При этом затраты на их осуществление включаются в себестоимость продукции.

Для реализации мероприятий по предупреждению ЧС на территориальном уровне необходимо разрабатывать целевые программы (долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные).

При обосновании (выборе) мероприятий по предупреждению ЧС предлагается использовать следующие принципы:

- приоритетное обеспечение безопасности производственного персонала и населения, проживающего в опасной близости от объектов;
- комплексный подход к оценке и выбору мероприятий, под которым понимается учет всех наиболее существенных факторов, влияющих на снижение риска возникновения источников ЧС и тяжести их последствий для производственного персонала, населения и других объектов безопасности;
- системный подход к оценке и выбору мероприятий, под которым понимается обеспечение взаимосвязи мероприятий, проводимых в различных звеньях экономики с целью достижения приемлемого риска при наименьших затратах, увязка мероприятий по предупреждению ЧС на объектах экономики с соответствующими мероприятиями, осуществляемыми территориальными органами управления;
- учет народнохозяйственной эффективности мероприятий;
- увязка мероприятий по предупреждению ЧС с соответствующими мероприятиями по повышению устойчивости функционирования экономики в военное время.

Планирование мероприятий по предупреждению ЧС осуществляются органами управления РСЧС соответствующего уровня (от объекта экономики до субъекта РФ). Оно регламентируется Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», нормативными, правовыми актами органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и разрабатывается с учетом результатов анализа и прогноза возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. При этом различают перспективное и оперативное планирование.

Перспективное планирование предусматривает планирование комплекса организационных, финансово-экономических мероприятий, направленных на снижение риска возникновения источников аварий, катастроф и снижение тяжести их последствий для населения, объектов

экономики и окружающей природной среды, т. е. мероприятий, требующих инвестиционных (капитальных) вложений.

Оперативное планирование – комплекс организационно-технических мероприятий по подготовке населения, объектов экономики и территорий к ЧС. Для реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по предупреждению ЧС, требующих инвестиционных (капитальных) вложений, следует разрабатывать целевые программы. При этом может осуществляться долгосрочное целевое программное планирование комплексов мероприятий по предупреждению ЧС, текущее (среднесрочное) планирование и реализация мероприятий по отдельным этапам целевых комплексных программ, оперативное (краткосрочное) планирование и реализация мероприятий при угрозе возникновения ЧС.

12.4. Государственное регулирование в сфере безопасности в промышленно развитых странах

В различных странах мира, в зависимости от исторических, экономических, политических, социальных и других условий, сложились три концептуальных подхода к решению проблем безопасности. Первый подход базируется на принципе «ненулевого риска», второй – детерминистский, и третий подход сочетает в себе принцип «ненулевого риска» и элементы детерминизма.

В 80-е годы концептуальный подход «ненулевого риска» утвердился в США, Великобритании, Голландии. Такой подход предполагает невозможность достижения абсолютной безопасности и ориентирует на установление научного и экономически обоснованного риска.

В Германии обеспечение промышленной безопасности основывается на детерминистском подходе, который предполагает создание безопасных технологий с практически «нулевым» риском, поэтому управление безопасностью осуществляется через процедуру выдачи лицензий.

Подход к обеспечению безопасности, принятый в Японии, отличается своеобразием, связанным с культурными и политическими традициями. Этот подход основывается на принципе «нулевого риска» в сочетании с элементами детерминизма. Свидетельством наивысшей эффективности японского подхода является показатель ежегодной смертности на химическом производстве – самый низкий среди промышленно развитых стран.

Аварийность на производстве является объективным процессом, который требует глубокого изучения, широких аналитических обобщений и проведения экспериментальных работ, поскольку абсолютная безопасность технологических процессов не может быть обеспечена в принципе. Однако имеются все основания для существенного снижения потерь, которые несут в результате техногенных аварий практически все развитые страны.

Современная практика обеспечения промышленной безопасности основывается на системном подходе к тому, что происходит в сложных

технологических системах, в частности во время производственных процессов. В результате возникает необходимость в оптимизации всех аспектов производства и снижения риска (вероятности) возникновения аварий, подрывающих экономическую эффективность предприятий. Тяжелые последствия промышленных аварий заставляют их минимизировать наносимый ущерб, для этого необходимо, в первую очередь, выявить причины их возникновения и дать реальную оценку вероятности их возникновения.

Важнейшим вопросом для принятия решения по безопасности производства является, на наш взгляд, определение того, какая степень риска аварий (опасности) может считаться приемлемой и может обеспечить нормальные условия для деятельности предприятий и работающего на нем персонала. Один из подходов свое прикладное воплощение получил в виде принципа практически достижимого уровня безопасности, при котором уровень опасности в ходе промышленной деятельности должен быть настолько низким, насколько это может быть практически осуществимо в данных условиях. При этом необходимо, чтобы приемлемый уровень не был в то же время результатом чрезмерных затрат на обеспечение производственной безопасности.

Этим обусловлено введение другого общего принципа – разумно достижимого уровня безопасности, то есть установление такого низкого уровня опасности, который можно обоснованно обеспечить при существующих условиях. Этот принцип имеет особое значение для правовой практики, поскольку дает основания для судебной практики достаточно широко интерпретировать понятие «разумность» осуществляемых мер по обеспечению безопасности и исходя из этого определять размеры убытков и вину ответственных за нарушение норм закона должностных лиц.

Особенности анализа и оценки риска в этом случае заключаются в том, что рассматриваются возможные причины и степень вероятности возникновения аварий, а также потенциально негативные последствия, которые могут возникать в результате отказов в работе технологических систем. Результаты анализа риска имеют важное значение для принятия обоснованных и рациональных решений как при проектировании промышленных объектов, выборе мест их размещения, режиме функционирования, сроках и методах обслуживания и ремонта, так и для организации мероприятий по предупреждению ЧС техногенного характера, создания систем обеспечения безопасности.

Западные специалисты считают, что опасность технологических катастроф в современном мире возрастает как за счет повышения их вероятности, так и за счет увеличения масштабов возможного ущерба, несмотря на проводимые превентивные мероприятия. По данным Международной организации труда, частота крупных аварий в мире на протяжении последних 40 лет возрастала по экспоненте. Согласно данным Центра ООН по транснациональным корпорациям и ЮНЕП, с 1970 по 1985 гг., на промышленных предприятиях в мире произошло 200 тыс. аварий, а с

1985 по 1995 гг. – более 180 тыс. аварий. Исследование 5 тысяч наиболее серьезных аварий показало, что 90-95 % из них произошли в промышленно развитых странах.

Анализируя результаты расследований крупных промышленных аварий за рубежом, среди факторов, обусловливающих тенденцию роста числа аварий, можно выделить:

- общее увеличение объемов промышленного производства;
- рост числа предприятий с высокой степенью концентрации производства, увеличение и концентрацию энергетического потенциала;
- увеличение в промышленности доли высоких технологий и сложности технологических систем;
- увеличение взаимозависимостей различных по характеру производств и усложнение инфраструктуры;
- высокие скорости производственных процессов, сжатые сроки введения производств в эксплуатацию, жесткая конкуренция во многих случаях исключают проведение в полном объеме необходимого (или желательного) комплекса мероприятий и работ по обеспечению максимальной безопасности;
- сложность проектирования промышленных комплексов и участие в нем большого числа организаций, способствующих «размыванию» конкретной ответственности за безопасность всего комплекса;
- сложности, связанные с организацией эффективного международного сотрудничества.

Одним из важнейших социальных факторов обеспечения производственной безопасности является существование государственных механизмов регулирования в этой сфере.

Увеличение опасностей, связанных с промышленной деятельностью, особенно с крупными авариями и их негативными последствиями, привело в последние десятилетия в западных странах к пониманию необходимости введения государственного контроля за деятельностью предприятий, разработки и создания специализированных государственных учреждений, уполномоченных решать многочисленные проблемы, связанные с промышленной деятельностью и обеспечением безопасности, минимизацией ущерба от промышленной деятельности и негативного воздействия на окружающую природную среду.

С учетом того, что риск любой аварии, в том числе и крупной, никогда не может быть полностью устранен, задача в сущности сводится к тому, чтобы с помощью различных государственных (по возможности, в масштабах страны) мероприятий снизить этот риск до «приемлемого» уровня, такого, который могли бы принять и с ним согласиться как отдельные люди, так и общество в целом. Однако следует учитывать, что вопрос о «приемлемости» риска связан с рядом трудностей, поскольку люди по-разному воспринимают опасности, вытекающие из их деятельности или условий жизни.

Достаточно быстро, всего лишь на протяжении двух-трех десятилетий, в большинстве промышленно развитых стран создаются более современные системы государственных органов, в совокупности образующие механизм государственного регулирования и контроля за уровнем производственной безопасности практически во всех отраслях промышленности. Эти механизмы действуют на основе принимаемых парламентами законов или других, обязательных для выполнения актов. Анализ государственного механизма регулирования в промышленно развитых странах показывает, что оно складывается в основном из двух взаимосвязанных, взаимозависимых видов деятельности – законодательной и исполнительной. Характерно, что пики законодательной деятельности в сфере производственной безопасности во многих случаях приходятся на периоды возникновения крупных аварий, поскольку именно в это время отмечается активизация общественности за принятие мер по ужесточению государственного контроля за работой особо опасных промышленных предприятий.

В результате проведенного анализа можно выделить ряд общих принципов, на основе которых действует система государственного регулирования в промышленно развитых странах Запада в сфере обеспечения производственной безопасности, которые свойственны для регулирующих механизмов практически всех развитых стран, хотя, по понятным причинам, в каждой из них имеются свои особенности и существует разная степень регламентации процедур, правил и норм.

Общей целью государственного регулирования в сфере производственной безопасности является:

- ограничение в установленных законом пределах тех видов производственной деятельности, которые связаны с риском нанесения материального ущерба, вреда здоровью людей и т. д.;
- осуществление контрольных функций, выявление нарушений действующих законов, процедур и принятие административных и других мер по прекращению противоправной деятельности;
- разработка нормативных документов для использования в законодательной и административной деятельности.

Государственное регулирование осуществляется через центральные или местные органы власти, департаменты, комитеты, комиссии, муниципалитеты или же, в некоторых случаях, через муниципальных чиновников. Во многих развитых в промышленном отношении странах существенное значение в реализации механизма государственного регулирования придается участию различных общественных организаций, а также объединениям жителей соответствующих регионов или районов. Участию общественности в решении вопросов, связанных с промышленной безопасностью, особенно с размещением высокорисковых предприятий, придается особенно серьезное значение в Великобритании, где, например, в состав Комиссии по здравоохранению входят представители многих заинтересованных общественных организаций.

В сфере регулирования безопасности в последние годы можно проследить тенденцию усиления значения количественных показателей при анализе и оценке риска от промышленных аварий, оценке ущерба от их последствий. При этом можно выделить ряд аспектов в процессе государственного регулирования в сфере безопасности в развитых странах:

- широкое распространение системы лицензирования, т. е. выдачи разрешений на проектирование, строительство и эксплуатацию промышленных предприятий, особенно опасных с точки зрения возможных аварий или негативных последствий для населения и окружающей природной среды;
- ответственность конкретных производителей (в том числе и уголовная) за нарушение законодательства и нанесенный ущерб, при этом государство никакого отношения к возмещению нанесенного ущерба не имеет (за исключением отдельных случаев, например, аварий в атомной энергетике);
- широкое участие муниципальных органов в процессе обеспечения производственной безопасности на предприятиях, расположенных на территории муниципалитета, независимо от того, кто является собственником предприятия;
- проведение инспектирования производств независимыми экспертами и аудиторскими организациями при оценках состояния безопасности на промышленных предприятиях, что обеспечивает большую объективность оценки реального положения на производстве;
- большая роль страхования промышленного риска, особенно в отношении высокоопасных производств.

Важным элементом безопасного функционирования производств является развитая нормативно-правовая база. Нормативно-правовые системы отдельных государств иногда значительно различаются, что объясняется спецификой государственно-политического устройства, традициями, ходом исторического развития. В ходе проведенного анализа обозначились две большие части. Первая часть содержит изложение общих принципов и подходов к решению проблемы промышленной безопасности и определяет рамки этой деятельности. Вторая часть содержит детальные требования (нормы, стандарты, предписания), которые обеспечивают выполнение провозглашенных в законах подходов.

Эти требования как технического, так и административно-правового характера лежат в основе более детальных технических документов, выпускаемых уполномоченными на это государственными исполнительными органами. Основным механизмом, который объединяет правовую основу системы регулирования производственной безопасности с регламентирующими положениями, в том числе и с конкретными обязанностями сторон, чья деятельность попадает под действие системы регулирования в промышленно развитых странах, является лицензия. Это официальный документ, который разрешает осуществление определенной

деятельности или комплекса мероприятий, относящихся к проектированию, строительству, эксплуатации и выводу из эксплуатации конкретного промышленного объекта, для которого получение лицензии является по закону обязательным.

Существование лицензионной системы – одно из основных различий в деятельности по обеспечению промышленной безопасности между странами с рыночной экономикой и странами с административно-управленческими социально-экономическими системами. Необходимо подчеркнуть следующие три заметные тенденции, которые проявляются в нормативно-правовой сфере:

- существующие в странах Запада развитые нормативно-правовые системы явились результатом длительной социально-политической эволюции;
- интернационализация законодательной деятельности, что особенно заметно проявляется в деятельности межгосударственных группировок (например, Европейского союза);
- растущая роль судов и судебной практики в рассмотрении дел, связанных с нарушением соответствующего законодательства.

Важнейшим компонентом обеспечения производственной безопасности является экономический фактор. Проведение инженерно-технических, организационно-управленческих и других мер, направленных на предупреждение промышленных аварий и снижение связанного с ними ущерба, в большинстве случаев требует значительных финансовых затрат. Для некоторых отраслей промышленности за рубежом они достигают 20-25 % от общих расходов на создание производств. На комплексных производствах с непрерывными технологическими процессами снижение риска до желательного или установленного уровня может быть обеспечено за счет предельного усложнения систем безопасности. В такой ситуации нельзя исключить возможность, что эти затраты приведут к уменьшению рентабельности производств, т. е. к их экономической нецелесообразности.

Таким образом, экономические факторы устанавливают определенный предел снижения уровня опасности для каждого конкретного предприятия.

В результате принятия решений, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией предприятий и обеспечением на них безопасности, требуется сопоставление экономических показателей, относящихся в первую очередь к расходам, которые необходимо произвести для достижения допустимого уровня риска промышленных аварий с серьезными социальными, материальными и экономическими последствиями. При этом не должна упускаться из вида главная экономическая цель – получение прибыли за счет бесперебойной и эффективной работы.

В конце 60-х, начале 70-х годов в промышленно развитых странах были разработаны методики оптимизации затрат, направленные на снижение технологического риска, среди которых наибольшее распространение получил анализ «издержки – выгоды», основанный на учете и сравнении издержек по

обеспечению безопасности с ущербом, который может быть нанесен в результате аварий. Анализ «издержки – выгоды» является практическим инструментом, рассчитанным на использование при принятии решений, относящихся к сфере обеспечения производственной безопасности.

Ключевым вопросом процедуры анализа является определение того, превышают ли «выгоды», т. е. предотвращение вероятных аварий и связанных с ними потерь, «издержки», т. е. расходы на безопасность, которые придется нести на ее осуществление. В сущности, анализ «издержки – выгоды» предпринимается для того, чтобы выявить оптимальные соотношения и компромиссные альтернативы между «выгодами» и «издержками» определенного проекта.

В странах с рыночной экономикой одним из эффективных экономических рычагов, воздействующих на решение проблемы производственной безопасности и снижения риска возникновения аварий (катастроф) техногенного характера, является страхование. Его основная функция – разложить материальный ущерб от аварий на многих участников сделки и таким образом облегчить бремя потерь для конкретного производства. При этом учет степени (показателя) риска вносит существенные коррективы в практику страхования. Известно, что в результате применения методов анализа и оценки риска, использования накопленных статистических данных в странах с рыночной экономикой существует развитая система страхования производственной деятельности, учитывающая многие аспекты и специфику различных типов производств повышенной опасности, что находит свое выражение в соответствующих страховых ставках. Так, страховые компании исходят из того, что промышленные аварии – трудно прогнозируемые события, а современное производство делает любые прогнозы в этой сфере ненадежными. Однако потенциально разорительные аварии и угроза банкротства заставляют производителей идти на страхование даже при очень высоких и казалось бы невыгодных ставках. Поэтому при решении вопроса о страховании учитываются все возможные аспекты производственной деятельности, влияющие на показатель степени риска, так как речь идет о крупных денежных затратах.

Еще одна заметная и, на наш взгляд, главная тенденция проявляется в деятельности органов государственного регулирования за рубежом. Она заключается в том, что основной акцент делается именно на предупреждение аварий. Ликвидация их последствий становится в определенном смысле вторичной функцией. Такой подход объясняется чисто экономическими соображениями: предупреждение любой аварии обходится дешевле, чем ликвидация ее последствий и приносимый ею ущерб.

В этой связи целесообразно кратко рассмотреть подходы к решению данной проблемы в странах, где достигнуты наиболее положительные результаты в сфере обеспечения производственной безопасности и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

К началу 70-х годов в английской экономике сложилась система разрозненных государственных органов, занимавшихся вопросами регулирования в сфере производственной безопасности и наделенных достаточно широкими полномочиями, в том числе и контрольными. Эти функции осуществляли пять правительственных департаментов и несколько ведомств более низкого статуса. Они действовали на основе принятых в разное время различных законодательных актов, имевших иногда лишь косвенное отношение к безопасности, что вело к определенным трудностям. В 1972 году специально созданный парламентский комитет опубликовал доклад, в котором содержались выводы о необходимости усиления контроля за деятельностью потенциально опасных объектов и немедленного пересмотра действующих в этой сфере законов. Общее руководство предлагалось возложить на один специализированный административный орган на правительственном уровне. В 1974 году рекомендации комиссии были одобрены и легли в основу закона, который был принят Парламентом в том же году (Закон об охране труда и безопасности на производстве – The Health and Safety at Work etc. Oct, 1974). В соответствии с ним были созданы два новых специализированных правительственных органа – Комиссия по охране труда и производственной безопасности – The Health and Safety Commision). На нее возлагалось общее руководство государственной деятельностью в сфере производственной безопасности и разработка общей политики. Кроме того, был создан Исполнительный комитет по здравоохранению и производственной безопасности – The Health and Safety Executive, который объединил различные основные инспекции и стал осуществлять все административное руководство.

Созданный при комиссии Консультативный комитет – The Advisory Committee on Major Hazards опубликовал три доклада, которые представляли собой наиболее авторитетное на тот период времени изложение подходов к проблеме обеспечения промышленной безопасности. Содержащиеся в докладах выводы и рекомендации, включая обязательное уведомление об опасных производствах, получили свое воплощение в новом законе об обязательном информировании о тех промышленных объектах, на которых перерабатываются опасные вещества (The Notification of Instablationg Handing Hazardous Substances, Oct., 1982). О значении принятого закона можно судить хотя бы по тому, что все его основные положения позднее почти полностью вошли в текст Директивы ЕЭС об обеспечении производственной безопасности в странах-членах этого Сообщества, которая известна как «Директива по Севезо».

Подготовка документов, связанных с оценкой состояния производственной безопасности, является трудоемкой и сложной процедурой и требует значительных затрат, что вызывает нарекание со стороны промышленных фирм. В настоящее время в Англии заметна тенденция к установлению перспективных целей, в которых большое значение приобретают вероятностные оценки и показатели риска. В то же время

отмечается, что прямые показатели риска в качестве обязательных норм нигде в соответствующих документах не приводятся и делается вывод, что они обычно используются для проведения сравнительного анализа и в качестве целей для последующего их достижения.

Специфической является деятельность по государственному регулированию на предприятиях, использующих атомную энергию. Так, отмечается, что получение разрешения на проектирование и строительство новых электростанций (независимо от вида используемого топлива) в Великобритании – сложный и длительный процесс, который начинается, как правило, за 10-15 лет до предполагаемого срока ввода станции в эксплуатацию. В английской практике лицензирования опасных производств оценка в вероятностных показателях впервые стала использоваться в ядерной энергетике и, в конечном счете, стала условием, которое сейчас неукоснительно соблюдается при анализе и оценке риска в этой отрасли. Важно отметить, что в обеспечении производственной безопасности в Великобритании проводится политика, направленная на то, чтобы предприятия были заинтересованы в непрерывном улучшении состояния безопасности с учетом приемлемого риска.

В Германии действует целый комплекс законодательных актов, относящихся к промышленной безопасности. Основа деятельности по государственному регулированию заложена в Промышленном кодексе 1869-1978 гг. (секции 24-25) и в дополнительных указах. В законодательных актах находят отражение, с одной стороны, общеинженерные подходы к безопасности, а с другой – специфические требования, относящиеся к разным отраслям промышленности и нормативной деятельности государственных органов, осуществляющих регулирование в различных областях, например, охрана труда, социальное страхование, предупреждение аварий на производстве. Основными нормативными актами, определяющими деятельность, связанную с опасными веществами и материалами, являются законы 1939, 1975, 1977, 1980 и 1982 гг. В них также содержатся основные положения по процедурам лицензирования и контроля в высокорисковых отраслях.

Значительное внимание в законодательстве Германии уделяется лицензированию производств, которые по характеру своей деятельности могут нанести ущерб населению или поставить под угрозу его жизнь и здоровье или негативно воздействовать на окружающую природную среду. Лицензированию подлежат также и те производства, которые хотя и не занимаются промышленной деятельностью, но способны содействовать загрязнению воздуха, приводить к возникновению повышенного шума и т. д.

Использование в законах и подзаконных актах таких терминов, как, например, «вредные последствия», не имеющих количественного выражения, частично компенсируется перечислением производств, подлежащих лицензированию, а также обязанностей, связанных с эксплуатацией опасных

производств. Кратко остановимся на основных законодательных актах в сфере промышленной безопасности, принятых в Германии.

Так, в 1974 году был принят Закон о защите против промышленных выбросов. Им вводилась система лицензирования для предупреждения опасных с точки зрения потенциальных выбросов высокотоксичных и взрывоопасных материалов и веществ. Декретом от 1975 года введена обязательная система планов на случай возникновения пожаров или взрывов, а также соответствующая подготовка персонала по обеспечению безопасности. В 1980 году на промышленность была возложена обязанность иметь на предприятиях опасного характера документ, известный как «Анализ безопасности». В 1981 году был определен перечень информации, которая должна содержаться в «Анализе безопасности». Это:

- описание предприятия и технологических процессов при нормальных условиях работы;
- детальное описание участков производств, имеющих серьезное значение для обеспечения безопасности предприятия;
- результаты химических анализов обрабатываемых на производстве материалов и веществ;
- описание мероприятий по обеспечению безопасности производства и уменьшения масштабов ущерба при возникновении аварий;
- информация о наиболее вероятных последствиях аварий.

Так же как в Великобритании и Германии, с конца 70-х – начала 80-х годов в США стал осуществляться широкий комплекс законодательных мероприятий, направленных на предупреждение промышленных аварий и технологических катастроф, в особенности в атомной энергетике и на химически опасных объектах (ХОО). В 1994 году на эти цели было выделено более 1 млрд. долларов. Принципиально важным итогом этих усилий явилось создание государственной системы обеспечения технологической безопасности.

Ответственность за обеспечение безопасности промышленного развития страны (США) возлагается в значительной мере на федеральные исполнительные ведомства, на деятельность которых выделяется из бюджета более 6 млрд. долларов. Серьезная роль в этой сфере принадлежит властям штатов и местным органам самоуправления.

Следует отметить усиливающуюся роль и значение судебной практики, которая предусматривает санкции за нарушение установленных процедур и стандартов (в виде компенсации за нанесенный ущерб, штрафов и даже уголовных дел). Важное значение придается усилению уголовной ответственности руководителей предприятий за нарушения технологической безопасности. Так, в настоящее время в Конгрессе США рассматривается вопрос об увеличении максимального срока тюремного заключения (предусматривающий в настоящее время срок до 10 лет) для лиц, виновных в авариях с тяжелыми последствиями. Кроме того в США принята система обязательного страхования опасных производств.

Так, в соответствии с законом Прайса-Андерсена, предусматривается, что часть ущерба в результате аварий на АЭС (при превышении суммы в 500 млн. долларов) покрывается за счет федеральных фондов, создаваемых с участием АЭС и соответствующих регулирующих учреждений. В результате, каждая АЭС становится экономически заинтересованной в максимальной надежности производства. Проводимая в США политика технологической безопасности базируется на оценках вероятностей аварий с тяжелыми последствиями. Прогресс, достигнутый в разработке методов таких оценок, позволил США приступить к инвентаризации опасных объектов, более обоснованно подходить к выбору относительно безопасных технологий.

Подводя итоги проведенного анализа отечественного и зарубежного опыта предупреждения чрезвычайных ситуаций, необходимо отметить, что количество крупных аварий во всем мире за последние 40 лет возросло по экспоненте главным образом за счет:

- концентрации энергетического потенциала, носителем которого являются новые материалы, агрегаты и системы;
- возрастания роли новых технологий;
- совершенствования инфраструктуры;
- повышения темпов производства;
- возрастания роли человеческого фактора.

В основе всех систем обеспечения безопасности от аварий, катастроф, а также перспектив развития этих систем лежат принятые в промышленно развитых странах научно обоснованные концептуальные подходы промышленного риска, которые оказывают влияние на развитие политических, государственных, юридических, научно-технических и других органов этих государств. В то же время проведенный анализ показывает отсутствие в Российской Федерации количественных показателей промышленного риска, а принятые законодательные, нормативно-технические и нормативно-методические документы носят практически декларативный характер.

В Российской Федерации весь комплекс мероприятий по предупреждению ЧС техногенного характера направлен, прежде всего, на организацию защиты населения и территорий от возможных аварий и катастроф, в то время как в странах Запада основной акцент делается на лицензирование и страхование промышленной деятельности. Таким образом, проблема обеспечения безопасности составляет часть общегосударственной политики, важнейшим результатом которой является создание общегосударственных структур с четкими научными, экономическими, административными и другими задачами и функциями.

Система обеспечения безопасности и предотвращения потерь базируется на комплексном и многоуровневом подходах. Комплексный подход охватывает практически все направления деятельности общества: организационные, научно-технические, юридические, экономические, социальные. Многоуровневый подход предполагает построение системы безопасности рабочих мест, предприятий, регионов и страны в целом.

Очевидно, что величины приемлемого риска, законодательно закрепленные, например, в Нидерландах на уровне 10^{-6} в год, недостижимы в ближайшем будущем для условий России, поскольку снижение риска до такого уровня потребует столь крупных вложений, что это неизбежно приведет к сворачиванию социальных программ. В результате общий уровень риска может даже повыситься. В силу этого, в России с ее слаборазвитой социальной инфраструктурой, низким уровнем технологической дисциплины и устаревшим и изношенным оборудованием большинства промышленно опасных объектов (ПОО) величина приемлемого риска, по нашему мнению, не может превышать $2 \cdot 10^{-6}$ в год.

Кроме того, анализ законодательных и нормативных актов в области предупреждения ЧС техногенного характера, действующих в промышленно развитых странах, позволяет сделать следующие выводы:

- существующие в развитых промышленных странах системы законов, юридических правил, стандартов, постановлений, инструкций, процедур, лицензий, прямо или косвенно влияющих на безопасность человека в процессе его жизнедеятельности, имеют богатые традиции и основаны на развитых демократических институтах;
- законодательные акты по обеспечению безопасности на ПОО, действовавшие в 60-х, 70-х годах в странах Западной Европы, объективно не могли изменить тенденцию роста аварийности вследствие неадекватности законов уровню бурно развивающейся промышленности, недооценки необходимости лицензирования, отсутствия единых представлений о критериях безопасности промышленных объектов;
- принятие странами Европейского сообщества основных положений «Директивы по Севезо» – фундамента современных законодательных актов в области обеспечения промышленной безопасности – позволило снизить уровень аварийности в развитых странах в 4-8 раз;
- во всех промышленно развитых странах существует порядок лицензирования проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции промышленных объектов. Это позволяет местным властям и соответствующим государственным органам влиять на обеспечение безопасности в промышленности.

Механизмы государственного регулирования безопасности в промышленности реализуются посредством законодательной и исполнительной деятельности. При этом:

- декларируется и реализуется на практике ответственность производителя за нанесенный ущерб, государство отношения к возмещению ущерба, как правило, не имеет;
- обеспечивается участие представителей общественности во всех стадиях выдачи лицензий;
- учитывается мнение населения, проживающего вблизи потенциально опасных объектов экономики;

- в конкретных случаях широко используются экспертные оценки независимых научных организаций или специализированных фирм.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое техносфера?
2. Как взаимосвязаны безопасность и устойчивость развития общества?
3. Какие цели предусматривает предупреждение чрезвычайных ситуаций?
4. Какие внутренние источники возникновения опасностей?
5. Как сказывается на безопасности снижение эффективности государственного управления, кризисные явления?
6. Как сказывается на безопасности уровень профессиональной подготовки, снижение уровня государственного надзора, отсутствие нормативно-правовой базы?
7. Какие мероприятия лежат в основе обеспечения промышленной безопасности?
8. Какие мероприятия лежат в основе прогнозирования и предупреждения ЧС?
9. Какие проблемы решаются в области международного сотрудничества по безопасности?
10. Назовите основные причины роста крупных аварий в мировой экономике.

Глава 13

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

13.1. Безопасность и устойчивость развития общества

Безопасность и устойчивость развития общества – два взаимосвязанных понятия, имеющих большое значение при выборе ориентиров и путей достижения высокого материального и духовного уровня жизни людей.

Согласно имеющемуся в толковых словарях и энциклопедиях определению, под безопасностью понимается такое положение или состояние, при котором кому-либо или чему-либо не угрожает опасность. Это означает отсутствие самого источника опасности или риска или гарантированную защиту от него. Если воспользоваться понятием риска как меры возможной опасности, то безопасность правомерно трактовать как ситуацию, в которой риск возникновения угрозы кому-либо или чему-либо ($R_н$), может отсутствовать, но может и присутствовать, а риск последствий ($R_с$), если угроза реализуется, всегда равен нулю, т. е. объект или субъект полностью защищены. В формализованном виде это можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} R_{\text{н}} > 0; \\ R_{\text{с}} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Поскольку в действительности та или иная степень риска присутствует всегда и ситуация, представленная системой (1), вообще говоря, абстрактна, постольку необходимо различать энциклопедическое определение, обыденное понимание и использование термина «безопасность» и его строго научную интерпретацию. Она должна допускать либо идеальную ситуацию, в которой безопасность выступает в качестве желаемой, но принципиально недостижимой цели, либо подразумевать не абсолютность, а относительность данной категории, что ныне реализуется в известной концепции приемлемого риска. В соответствии с ней индивидуум, социальная группа или общество в целом ни при каких условиях не гарантированы от опасностей, т. е. имеет место ситуация, когда:

$$\begin{cases} R_{\text{н}} > 0; \\ R_{\text{с}} > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Причем $R_{\text{с}} = 0$ только при $R_{\text{н}} = 0$, что означает отсутствие источника и факторов риска. Поэтому люди в явной, а чаще всего в неявной форме на основании накопленного опыта и существующей системы ценностей сами устанавливают приемлемость для них риска того или иного действия или события. В этом случае, когда последние полагаются приемлемыми в чисто психологическом плане, они воспринимаются как безопасные, не подвергающие жизнь, здоровье людей и окружающую их природную и материальную среду опасности.

Таким образом, оставаясь на строго научной позиции, нужно четко выделить два подхода к проблеме безопасности. Один из них – условно его можно назвать объективным или абсолютным – подразумевает, что содержание этого термина полностью соответствует его лингвистической форме, означающей отсутствие опасности или риска для конкретного объекта или субъекта. В формализованном виде данный подход описывается системой уравнений (1). Другой подход, субъективный или релятивный, предполагает относительность понятия «безопасность» исходя, с одной стороны, из признания реально и постоянно существующего риска для человека и окружающей его среды, что отражено в системе уравнений (2), с другой стороны, из психологии восприятия опасности людьми, устанавливающими для самих себя меру ее приемлемости (риска).

Нетрудно заметить, что в принципе оба подхода вполне сочетаемы, если их жестко не противопоставлять друг другу: система уравнений (1) есть не что иное, как частный случай системы (2), которая учитывает весь спектр возможных ситуаций. Учитывая это, далее будем исходить именно из последнего, общего

подхода, конкретизируя его применительно к объектам и субъектам безопасности.

Таким образом, в общем случае под безопасностью, включающей техногенные, природные и экологические аспекты, обычно понимается состояние защищенности человека, общества и окружающей среды от чрезмерных вредных воздействий техногенных, природных и экологических факторов.

При этом имеется в виду, что обеспечиваются условия, при которых исключается превышение научно обоснованных допустимых уровней физических полей, концентраций вредных веществ и дозовых нагрузок.

Уровень безопасности, соответствующий тому или иному состоянию общества, его научно-техническим возможностям, имеет стохастическую (непредсказуемую во времени) природу и определяется целым рядом случайных явлений. В общем случае уровень безопасности характеризуется вероятностью возникновения техногенных аварий, катастроф, опасных природных явлений; степенью негативного воздействия на человека и окружающую среду; вероятностью перерастания экологической обстановки, вызванной чрезвычайной ситуацией, в кризисную и катастрофическую. Указанные вероятностные характеристики, в соответствии с принятыми представлениями, по сути, выражают риск определенных событий:

- в первом случае – риск техногенных аварий, катастроф и опасных природных событий;
- во втором случае – риск ухудшения здоровья человека, негативных изменений в окружающей среде и т. п. при неэкстремальных условиях;
- в третьем – риск возникновения чрезвычайной ситуации экологического характера.

За рубежом и в Российской Федерации в последние десятилетия получила распространение величина, при помощи которой можно оценить меру опасности, – эта величина получила название «риск (R_e)».

Обсуждение проблем безопасности затруднено отсутствием общепризнанной, устоявшейся системы понятий в данной области.

Слово «риск» (risk) – одно из центральных понятий промышленной безопасности – пришло в русский язык из европейских языков, скорее всего из испанского, в котором risco означает скалу, и не просто скалу, а скалу отвесную.

По ГОСТ Р 22.0.02-94 «БЧС. Термины и определения основных понятий» РИСК возникновения чрезвычайной ситуации (риск чрезвычайных ситуаций) – вероятность или частота возникновения источника чрезвычайных ситуаций, определяемая соответствующими показателями риска. Показатель риска возникновения чрезвычайных ситуаций – измеренная или рассчитанная величина, количественно характеризующая вероятность или частоту возникновения чрезвычайных ситуаций.

Риск – мера для количественного измерения опасности, представляющая собой векторную (т. е. многокомпонентную) величину, измеренную, например, с помощью статистических данных или рассчитанную с помощью имитационных моделей, включающую следующие количественные показатели:

- величину ущерба от воздействия того или иного опасного фактора;
- вероятность возникновения (частоту возникновения) рассматриваемого опасного фактора;
- неопределенность в величинах как ущерба, так и вероятности.

В зарубежных источниках приводятся следующие определения:

Риск – сочетание последствий и вероятности их проявления. Риск – частота реализации опасностей (определенного класса). Риск может быть определен как частота (размерность – обратное время) или вероятность возникновения события. В при наступлении события А (безразмерная величина, лежащая в пределах 0-1).

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками.

В широком смысле слова *риск* выражает возможную опасность, вероятность нежелательного события. Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.

В соответствии с современными взглядами, риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся формированием и действием вредных факторов, и нанесенного при этом социального, экономического, экологического, а в ряде случаев и эстетического, ущербов.

При определении уровня риска целесообразно его величину в общем случае представлять в виде произведения трех компонент:

$$R = R_1 R_2 R_3, \qquad (3)$$

где R – уровень риска, т. е. вероятность нанесения определенного ущерба человеку и окружающей среде; R_1 – вероятность (частота) возникновения события или явления, обусловливающего формирование и действие вредных факторов; R_2 – вероятность формирования определенных уровней физических полей, ударных нагрузок, полей концентраций вредных веществ в различных средах и их дозовых нагрузок, воздействующих на людей и другие объекты биосферы; R_3 – вероятность того, что указанные выше уровни полей и нагрузок приведут к определенному ущербу: ухудшению состояния здоровья

и снижению жизнедеятельности людей, в том числе летальному поражению, поражению тех или иных популяций животных и растений, сдвигу равновесного состояния экосистем, экологическому ущербу и т. п.

Следует заметить, что вероятность возникновения аварии или другого опасного события R_1 во многих случаях рассматривается и анализируется отдельно и при оценке общего уровня риска R не учитывается. При этом для расчета уровня риска используется упрощенная формула

$$R = R_2 R_3. \quad (4)$$

В качестве мотивов, оправдывающих такую схему расчетов, можно привести следующее. В условиях нормальной эксплуатации объектов событиями, обусловливающими возникновение опасностей, являются выбросы, сливы продуктов, содержащих вредные вещества. Периодичность и объем этих выбросов и сливов продуктов, а также уровни физических полей (электромагнитного, акустического и др.), оказывающих негативное воздействие на объекты живой природы, носят детерминированный характер. Поэтому величина R_1 в этом случае может быть принята равной единице. Следовательно, для условий регламентного функционирования объектов формула (4) является правомерной.

Для аварийных и других нештатных условий величина R_1 определяется достаточно сложным образом и зачастую проведение расчетов связано с методическими трудностями.

Количественно уровень риска выражается не только вероятностной величиной. Иногда риск интерпретируют как математическое ожидание ущерба, возникающего при авариях, катастрофах и опасных природных явлениях.

В этом случае риск находится как произведение вероятностей события на степень его тяжести, выраженную в виде ущерба того или иного рода.

При определении математического ожидания величины ущерба представляется целесообразным принимать во внимание все возможные виды опасных происшествий, аварий и катастроф, применительно к данному объекту, и оценку риска производить по сумме произведений вероятностей указанных событий на соответствующие ущербы. В этом случае

$$R_{\text{мо}} = R_i Y_i, \quad (5)$$

где $R_{\text{мо}}$ – уровень риска, выраженный через математическое ожидание ущерба; R_i – вероятность возникновения неблагоприятного события i-го вида или типа; Y_i – величина ущерба, определяемая в результате реализации i-го неблагоприятного события.

Необходимо иметь в виду, что оценка риска с помощью математического ожидания носит условный характер. При этой оценке условно полагают, что величина ущерба имеет детерминированное значение,

его вероятностная природа не учитывается. Приведенная интерпретация риска находит практическое применение. Однако определение уровня риска как вероятностной категории является более удобным и приемлемым при решении широкого круга задач научного и практического характера, в особенности задач, касающихся общей оценки уровня безопасности.

13.2. Концепции и принципы обеспечения промышленной безопасности

Уровень безопасности, удовлетворяющий общество, выбор стратегии ее обеспечения, с учетом путей развития экономики, инвестиционных намерений на тех или иных территориях и в регионах, осуществляется исходя из определенных принципов. На основе анализа международной и отечественной практики можно привести следующие принципы:

- принцип безусловного примата безопасности и приоритета сохранения здоровья над любыми другими элементами качества жизни;
- принцип приемлемой опасности и риска, в соответствии с которым устанавливаются нижний допустимый и верхний желаемый уровни безопасности, и в этом интервале, с учетом социально-экономических и других соображений, выбирается приемлемый уровень безопасности и риска;
- принцип минимальной опасности, в соответствии с которым уровень риска устанавливается настолько низким, насколько это реально достижимо, исходя из допущения, что любые затраты на защиту человека и окружающей среды являются оправданными;
- принцип последовательного приближения к абсолютной безопасности, т. е. к нулевому риску;
- другие принципы, представляющие собой сочетание или развитие вышеприведенных.

Концепция «абсолютной безопасности» (принцип «нулевого риска») до недавнего времени была фундаментом, на котором во многих странах (в т. ч. Российской Федерации) строились нормативы безопасности. Для предотвращения аварий внедряются: дополнительные технические устройства контроля, инженерные системы безопасности, принимаются организационные меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины, охраны труда, строгий регламент работы и тому подобное. Считалось (например, в Германии считается и сейчас), что такой инженерный, детерминистский подход позволяет исключить любую опасность для населения и окружающей среды.

До последних десятилетий этот подход был оправдан, однако сегодня из-за беспрецедентного усложнения производств и появления принципиально новых технологий концепция «абсолютной безопасности» («нулевого риска») стала неадекватна внутренним законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер, и нулевая вероятность аварии достигается лишь в

системах, лишенных запасенной энергии, химически и биологически активных компонентов. На остальных же объектах (а таких большинство) аварии все равно возможны, их не исключат даже самые дорогостоящие инженерные меры. Эта концепция, называемая концепцией «ненулевого риска», принята в большинстве стран мирового сообщества. Определенные шаги по принятию данной концепции предприняты и в Российской Федерации, хотя сказать, что Россия ее придерживается в полной мере на сегодняшний день нельзя.

В настоящее время практически все ученые и специалисты исходят из того, что аварийность на производстве – объективный процесс, который требует глубокого изучения, широких аналитических обобщений и проведения экспериментальных работ, поскольку абсолютная безопасность технологических процессов не может быть обеспечена в принципе. Но имеются все основания для существенного снижения потерь, которые практически все развитые в промышленном отношении страны (в той или иной степени) несут в результате промышленных аварий.

Важнейшим вопросом при принятии решений по обеспечению промышленной безопасности является определение того, какая степень риска (опасности) аварий может считаться приемлемой и обеспечивать нормальные условия для деятельности предприятия и работающего на нем персонала.

Один из подходов свое прикладное воплощение получил в виде принципа практически достижимого уровня безопасности as low as practically achievable (ALAPA), при котором уровень опасности в ходе промышленной деятельности должен быть настолько низким, насколько это практически может быть осуществимо в данных условиях. Но при этом нужно, чтобы приемлемый уровень безопасности не был в то же время результатом чрезмерных затрат на обеспечение промышленной безопасности. Отсюда вытекает введение другого общего принципа – разумно достижимого уровня безопасности (ALARA), т. е. установление такого низкого уровня опасности, который можно обоснованно обеспечить при существующих условиях. Этот принцип имеет особое значение для правовой практики, поскольку дает основание судебной практике достаточно широко интерпретировать понятие «разумность» осуществляемых мер по обеспечению безопасности и, исходя из этого, определять размеры убытков и вину ответственных лиц за нарушение норм закона.

Установление уровня приемлемой безопасности и риска представляет довольно сложную задачу. Для ее решения требуется проведение научного анализа экономических, социальных, экологических, демографических и других факторов, определяющих развитие общества, при их связи и взаимосвязи. Известно, что общество не может обеспечить удовлетворение своих материальных и духовных потребностей без увеличения масштабов общественного производства. А это влечет за собой увеличение техногенного воздействия на биосферу.

Биосфера определяется как область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. А техносфера определяется как часть биосферы, коренным образом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия в технические и техногенные объекты (здания, дороги, механизмы, объекты экономики и т. п.) в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества.

Поэтому общество вынуждено большее количество средств расходовать на охрану биосферы, так как от ее состояния зависят и эффективность производства, и комфортность условий жизни людей, их здоровье, да и сама возможность существования человека на Земле.

При установлении целесообразного и приемлемого для общества уровня безопасности и риска возникает необходимость в проведении многокритериального анализа условий и путей устойчивого развития общества с учетом материальных и духовных стимулов и приоритетов.

Качественное проведение такого анализа представляется возможным лишь при наличии адекватных критериев выбора оптимального уровня безопасности в рамках тех требований, которые предъявляются к нему обществом.

В качестве критериев выбора оптимального уровня безопасности рассматривают:

- валовой национальный продукт (ВНП);
- качество жизни (КЖ);
- ожидаемую продолжительность жизни (ОПЖ);
- стоимость увеличения ожидаемой продолжительности жизни (СОПЖ).

Валовой национальный продукт – это все материальные ценности, создаваемые обществом за определенный период (обычно за год), в денежном выражении. Исчисляемый в деньгах и отнесенный к общему количеству людей, он составляет средний доход на душу населения. Величина валового национального продукта непосредственно влияет на такие важные показатели, как качество жизни и ожидаемая продолжительность жизни. Недостаток валового национального продукта как критерия безопасности в том, что часть его, иногда значительная, идет на оборону, космические исследования, на борьбу с преступностью и другие цели, не связанные с обеспечением безопасности от воздействия техногенных, природных и экологических факторов.

Качество жизни обычно характеризуется наличием возможностей для отдыха, занятий спортом, искусством, получением образования и т. п. С качеством жизни также принято связывать возможность приобретения предметов не первой необходимости и роскоши, избыток услуг. Качество жизни как критерий безопасности не носит самостоятельного характера, в силу недостаточной представительности. Он может использоваться в совокупности с другими критериями.

Ожидаемая продолжительность жизни в настоящее время считается наиболее приемлемым критерием для оптимизации уровня безопасности. Этот критерий обладает достаточной представительностью, поскольку именно на ОПЖ сказываются техногенные и природные воздействия. С другой стороны, ОПЖ зависит от среднего дохода на душу населения, а следовательно, от ВНП.

Создаваемая человеком инфраструктура вызывает изменение ОПЖ. Строительство жилья, улучшение качества медицинского обслуживания, обеспечение населения продуктами и товарами, развитие транспорта, коммунальных объектов, иных услуг обусловливают рост ОПЖ. С другой стороны, создание для этих целей необходимых народнохозяйственных объектов ведет к загрязнению окружающей среды, авариям, истощению природных ресурсов, деградации природы и, как следствие, к сокращению ОПЖ. При установлении оптимальной величины ОПЖ учитываются указанные тенденции.

Устойчивое развитие общества характеризуется постоянным ростом ОПЖ. При этом оптимизация темпов роста ОПЖ предусматривается, исходя из интересов как настоящего, так и будущего поколений, и проводится с учетом прогнозируемых техногенных, экологических и других нагрузок на объекты биосферы, а также социально-экономических соображений.

ОПЖ определяется как гипотетическая продолжительность жизни людей, родившихся в данном году, если комплексные показатели риска на протяжении всей их жизни будут такими же, как в этом году. В то же время СПЖ характеризует продолжительность жизни всех поколений людей, живущих в настоящее время в условиях тех рисков, которые имеют место в данном году.

Очевидно, что если в рассматриваемое время ОПЖ больше, чем СПЖ, то это означает, что условия жизни людей, которые существовали на протяжении всей их жизни до настоящего времени, были менее безопасны, чем в настоящее время, и наоборот. Поэтому сравнение динамики изменения со временем ОПЖ и СПЖ может служить характеристикой изменения уровня риска со временем.

СПЖ мужчин в Российской Федерации в 1996 г. составила 57,5-58 лет. Продолжительность жизни россиянина в 1997 году увеличилась до 66,9 лет против 65,9 лет в 1996 г. Средняя продолжительность жизни в России увеличивается начиная с 1994 г. По данным Госкомитета РФ по статистике мужчины в России в среднем живут 61 год (в 1996 г. – 59,8 лет), женщины – 73,1 года (72,5 года). На увеличение продолжительности жизни россиян повлияло заметное сокращение числа несчастных случаев, отравлений и травм со смертельным исходом, количество которых было чрезмерно высоким в начале 1990-х годов.

Стоимость увеличения ожидаемой продолжительности жизни (СОПЖ), так же как и качество жизни, может использоваться в виде дополнительного критерия при оптимизации уровня безопасности.

СОПЖ определяется двумя основными видами расходов:

- расходами на медицину, питание, жилье, транспорт, отдых, культуру, разным образом влияющими на ожидаемую продолжительность жизни;
- расходами на предотвращение и компенсацию отрицательного влияния техногенной деятельности и опасных природных явлений на ожидаемую продолжительность жизни.

В первом случае расходы обычно называют затратами на увеличение ОПЖ и обозначают ЗУ, во втором – затратами на предотвращение (ЗП).

При оптимизации уровня безопасности задача состоит в том, чтобы найти правильное соотношение между этими затратами. Считается, что ЗП составляет малую долю от валового национального продукта (10-15 %) и растет примерно пропорционально увеличению ВНП. В качестве критерия правильного выбора соотношения между затратами принимается непревышение отношения ЗП к величине предотвращаемого сокращения ОПЖ над значением СОПЖ. Указанное выше отношение ЗП к предотвращенному сокращению ОПЖ называют предельной стоимостью снижения риска (ПССР).

Следует отметить определенные трудности в расчете стоимости увеличения ожидаемой продолжительности жизни с учетом внедрения новых безопасных технологий. Дело в том, что модернизация производства и внедрение новых технологий, являющихся более безопасными, чем прежние, вызывает не только повышение безопасности, но и, как правило, ведет к увеличению эффективности производства. Возникает некоторая неоднозначность в оценке долей затрат, которые могли бы быть отнесены к повышению безопасности и увеличению эффективности производства. Не без основания считается, что вторая часть затрат в значительной мере направлена на повышение безопасности будущих поколений. Имеется в виду, что высокая эффективность производства создает серьезные предпосылки для повышения уровня безопасности человека и окружающей среды.

Уровень безопасности существенно зависит от структурной и инвестиционной политики в развитии экономики и в известной степени является индикатором социально-экономического благополучия региона и государства. В связи с этим важное значение имеет принятая за основу концепция территориального размещения производственных и других объектов, являющихся источниками техногенной опасности.

Как известно, концентрация производства влечет за собой экономию текущих и капитальных затрат, что обусловлено ростом масштабов производства. По современным представленным техническая система большой единичной мощности является более экономически выгодной, чем несколько малых, вследствие более рационального расхода металла на ее сооружение, использования производственных площадей и трудовых затрат.

Однако при высокой концентрации производства вступает в силу другой фактор – увеличивается величина наносимого ущерба при крупных авариях в случае землетрясения, акта терроризма или попадания в объект боевого

средства. Это касается, прежде всего, наиболее опасных объектов: объектов ядерного цикла, химических и нефтеперерабатывающих предприятий и т. п.

При размещении производственных объектов необходимо учитывать и социальные аспекты проблемы повышения безопасности. Известно, что промышленность тяготеет к городам и населенным пунктам с хорошо развитой инфраструктурой. А это влечет за собой увеличение риска крупных социальных потерь при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В поисках оптимальных решений необходимо проводить тщательный анализ указанных выше факторов. При этом следует учитывать приоритетную роль обеспечения безопасности.

Уровень безопасности в значительной мере зависит от эффективности проектно-конструкторских решений по созданию промышленных объектов, особенно тех из них, которые несут повышенную опасность.

Поиск эффективных решений проводится с учетом затрат на повышение надежности и безотказности технических систем и качества выпускаемой продукции, временного фактора и социальных эффектов. При этом анализе обычно предусматривается использование метода приведенных затрат. Суть метода состоит в сопоставлении и анализе двух величин: расходов на обеспечение надежности и безопасности и экономического и другого ущерба в стоимостном выражении, обусловленного отказами рассматриваемой технической системы. Проектно-конструкторское решение признается приемлемым, если разность между величиной ущерба и затратами положительна, т. е. больше нуля, а приведенные затраты (сумма стоимостей затрат и ущерба) минимальны. Основные трудности при проведении расчетов связаны с определением ущерба в стоимостном выражении, особенно когда возникает необходимость в учете социальных последствий аварий и катастроф.

Интервал допустимых решений

$$\text{М(И(Р))} = \text{М(З(Р))} + \text{М(У(Р))}, \qquad (6)$$

где М(З(Р)) – математическое ожидание затрат; М(У(Р)) – математическое ожидание ущерба.

$$P = 1 - Q.$$

Необходимо, чтобы

$$\text{М(З(Р))} + \text{М(У(Р))} \rightarrow \min;$$
$$P_1 < P = \Pi(1 - Q) < P_2;$$
$$Q < P,\ Q < 1.$$

Ограниченный вероятностями P_1 и P_2 интервал определяет зону допустимых значений нормируемой безопасности. Задача заключается в отыскании такой вероятности, величина которой принадлежит области

допустимых значений и соответствует минимуму связанных с ней социально-экономических издержек.

Установление того или иного уровня безопасности и обеспечение устойчивого развития общества является возможным лишь при наличии эффективного механизма управления безопасностью.

Основные направления профилактической деятельности территориальных органов управления РСЧС в области предупреждения техногенных чрезвычайных ситуаций будут рассмотрены в дальнейшем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое риск?
2. Как рассчитывают уровень риска?
3. Что такое принцип приемлемой опасности и риска?
4. Что такое концепция «абсолютной безопасности» или принцип «нулевого риска»?
5. Как сочетается объем ВВП с выбором уровня безопасности?
6. Какие факторы влияют на продолжительность жизни человека?

Как определяют уровень безопасности?

Глава 14

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Экспертиза промышленной безопасности является составной частью комплекса мероприятий по предотвращению ЧС в техносфере и осуществляется в соответствии с Правилами, разработанными и утвержденными Госгортехнадзором России. Правила экспертизы определяют требования к порядку проведения экспертизы, оформлению и утверждению заключения экспертизы. Экспертизу промышленной безопасности проводит только организация, имеющая лицензии Госгортехнадзора России.

Лицензии на проведение экспертизы промышленной безопасности выдают органы Госгортехнадзора России в соответствии с установленным порядком. Контроль за соблюдением экспертными организациями лицензионных требований и условий осуществляется органами Госгортехнадзора России в соответствии с установленным порядком.

Так что же такое экспертиза? *Экспертиза* (от лат. expertus – опытный) – исследование специалистами (экспертами) каких-либо вопросов, решение которых требует специальной подготовки в области науки, техники и т. д.

14.1. Организация экспертизы промбезопасности

Система экспертизы промышленной безопасности включает ряд функциональных звеньев: наблюдательный совет, координационный совет, консультативный совет, отраслевые комиссии, НТЦ Промышленная Безопасность, Госгортехнадзор.

Наблюдательный совет формируется из представителей Госгортехнадзора России, его территориальных органов и подведомственных ему организаций. Наблюдательный совет осуществляет контроль за деятельностью Системы экспертизы. Состав Наблюдательного совета утверждается Госгортехнадзором России.

Консультативный совет состоит из представителей организаций, заинтересованных в деятельности Системы экспертизы и имеет совещательную функцию. Состав Консультативного совета утверждается наблюдательным советом.

Отраслевые комиссии создаются Наблюдательным советом и решают специфические, профессиональные задачи в областях, соответствующих их компетенции.

Координирующий орган координирует деятельность отраслевых комиссий, а также анализирует и обобщает информацию о деятельности экспертных организаций, состояние нормативно-методической базы Системы экспертизы. Функции Координирующего органа выполняет Научно-технический центр по безопасности в промышленности (НТЦ

«Промышленная безопасность»), созданный согласно распоряжению Президента Российской Федерации для координации работ и проведения независимой экспертизы (Распоряжение Президента Российской Федерации от 31.12.91 № 136-рп).

Функционирование Системы экспертизы определяется требованиями следующих документов, утвержденных Наблюдательным советом Системы экспертизы:

Положением о Наблюдательном совете;

Положением о Консультативном совете;

Положением об отраслевых комиссиях;

Требованиями к Координирующему органу.

Правила предназначены для организаций, осуществляющих экспертизу промышленной безопасности. Данные Правила разработаны с учетом нормативных документов Госгортехнадзора России.

Правила обязательны при проведении экспертизы:

- проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта;
- зданий и сооружений на опасном производственном объекте;
- технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;
- деклараций промышленной безопасности и иных документов, связанных с эксплуатацией опасного промышленного объекта.

Экспертиза промышленной безопасности осуществляется в несколько этапов:

- предварительный этап;
- заявка, план-график, договор или другие документы, устанавливающие условия проведения экспертизы;
- процесс экспертизы;
- выдача заключения экспертизы.

Предварительный этап

При обращении заказчика в экспертную организацию по вопросу проведения экспертизы промышленной безопасности экспертная организация проводит предварительный этап переговоров с заказчиком.

Предварительный этап переговоров проводится для информирования заказчика о порядке проведения экспертизы, а именно:

- содержание и ход экспертизы;
- подготовка к проведению экспертизы на месте (в случае необходимости);
- составление календарного плана.

Предварительные переговоры документируются экспертом, ответственным за проведение переговоров.

Заявка или другие документы, устанавливающие условия проведения экспертизы

Экспертиза проводится на основании заявки заказчика или других документов в соответствии с согласованными экспертной организацией и заказчиком условиями.

Документы на проведение экспертизы составляются после проведения предварительных переговоров.

В документах:

- определяются договаривающиеся стороны;
- определяются объекты экспертизы;
- приводится перечень информации, необходимой для проведения экспертизы объекта в соответствии с действующей нормативной технической документацией;
- подтверждается заказчиком согласие выполнить требования, обязательные для проведения экспертизы, в частности по принятию эксперта или группы экспертов (в случае необходимости) и оплате расходов на проведение процесса экспертизы независимо от ее результата;
- определяются сроки проведения экспертизы.

Срок проведения экспертизы определяется сложностью объекта экспертизы, но не должен превышать трех месяцев с момента получения комплекта необходимых материалов и документов в полном объеме в соответствии с действующей нормативной технической документацией, и выполнения всех иных условий проведения экспертизы.

Экспертная организация приступает к проведению экспертизы только после получения комплекта необходимых материалов и документов в полном объеме в соответствии с требованиями действующих нормативных технических документов.

Процесс экспертизы

Процесс экспертизы включает:

- подбор материалов и документации, необходимой для проведения экспертизы объекта;
- назначение экспертов;
- проведение экспертизы.

Для проведения экспертизы заказчик должен представить следующие данные:

- данные о заказчике и объекте экспертизы;
- проектную, конструкторскую, эксплуатационную, ремонтную документацию, декларацию промышленной безопасности

опасного производственного объекта, паспорта технических устройств, инструкции, технологические регламенты и другую документацию, имеющую шифры или другую индикацию, необходимую для идентификации (в зависимости от объекта экспертизы);

- акты испытаний, сертификаты, в том числе, если необходимо, на комплектующие изделия, прочностные расчеты и т. п. (в случае необходимости).

При несоответствии представленных материалов и документации установленным требованиям экспертная организация уведомляет заказчика о сроках представления материалов и документации в полном объеме в соответствии с действующей нормативной технической документацией. Срок направления экспертной организацией уведомления не должен превышать 7 дней со дня получения материалов.

При непредставлении в согласованный заказчиком и экспертной организацией срок запрашиваемых материалов и документации экспертиза не проводится, а материалы и документы возвращаются заказчику.

Эксперты должны быть назначены официально, полномочия их должны быть определены в порядке, установленном экспертной организацией.

Для проведения экспертизы назначается один или, в случае необходимости, группа квалифицированных экспертов.

В случае проведения экспертизы группой экспертов назначается ведущий эксперт, отвечающий за результаты работы группы экспертов.

Проведение экспертизы заключается в установлении полноты, достоверности и правильности представленной информации, соответствия ее стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности.

В отдельных случаях силами экспертной организации могут быть проведены испытания по согласованным с заказчиком методикам и программам. При необходимости экспертная организация может провести экспертизу с выездом на место (к заказчику).

Экспертиза на месте состоит из следующих этапов:

- вводная часть;
- непосредственно экспертиза на месте;
- заключительная часть.

Вводная часть экспертизы на месте

Задачи вводной части:

- разъяснить сотрудникам организации-заказчика цель экспертизы и задачи эксперта (группы экспертов);
- сообщить, что любые сведения и информация, полученные в ходе экспертизы, рассматриваются сотрудниками экспертной организации как конфиденциальные с учетом требований законодательства Российской Федерации;

- обсудить и определить объем работ;
- определить по согласованию с организацией-заказчиком сотрудников организации-заказчика в качестве сопровождающих для экспертов;
- разъяснить значение заключительной части;
- утвердить совместно с заказчиком календарный план проведения экспертизы на месте.

Экспертиза на месте

При экспертизе на месте эксперты наблюдают за нормальным ходом работ на объекте, а также проводят комплексную проверку:

- компетентности сотрудников и руководителей;
- пригодности помещений и приборного оборудования, а также состояния испытательных средств и приборов с точки зрения их обслуживания;
- наличия надежных систем маркировки и идентификации;
- наличия соответствующих нормативных технических, методических документов, правил, рабочих инструкций и их исполнение;
- соблюдения требований к содержанию и оформлению отчетных документов.

Экспертная группа должна по ее требованию получать в свое распоряжение все необходимые результаты анализов, документы, расчеты, протоколы и отчеты в письменном виде.

Заключительная часть экспертизы на месте

Каждый эксперт дает справку по результатам оценки состояния дел в своей части экспертизы. Ведущий эксперт обобщает результаты и предлагает их для обсуждения с заказчиком. В заключительной части с заказчиком согласовываются мероприятия, необходимые для дальнейшего завершения экспертизы, а также календарный план их реализации. Упомянутые мероприятия документируются в формуляре (форма которого приведена в приложении 2) и утверждаются подписями представителя заказчика и экспертов. Экспертиза завершается только после реализации этих мероприятий.

Мероприятия определяются в процессе экспертизы и представляют собой выполнение требований, которые заказчик обязан выполнить за определенный срок, чтобы дать возможность завершить процесс экспертизы.

Условия, подлежащие выполнению, – это положения, не препятствующие выдаче заключительной экспертизы. Они формулируются ведущим экспертом в заключении и дополняются, утверждаются, ограничиваются или отменяются органами, утверждающими экспертное заключение. Проверка выполнения этих условий осуществляется экспертной организацией.

Выдача заключения экспертизы

Результаты проведенных экспертами работ оформляются каждым членом экспертной группы в виде отчета. Экспертная организация хранит отчеты экспертов в своем архиве в течение всего срока действия лицензии.

В случае работы группы экспертов все отчеты обобщаются в проекте заключения экспертизы, составляемом ведущим экспертом по отчетам членов экспертной группы.

Проект заключения экспертизы служит основанием для консультаций и принятия решения о выдаче положительного или отрицательного заключения экспертизы.

Заказчику пересылается копия проекта заключения экспертизы. Замечания к проекту заключения экспертизы могут быть направлены заказчиком в экспертную организацию в письменной форме и не позднее чем через 14 дней после получения проекта.

Решение о выдаче положительного или отрицательного заключения экспертизы принимается на основании рассмотрения и анализа документов, полученных при экспертизе, проверке состояния объекта или проведение необходимых испытаний.

При положительном заключении экспертизы в нем перечисляются объекты, на которые распространяется действие заключения экспертизы с условиями или без них.

В случае отрицательного заключения по объекту экспертизы, находящемуся в эксплуатации, экспертная организация немедленно ставит в известность Госгортехнадзор России или его территориальный орган для принятия оперативных мер по дальнейшей эксплуатации опасного производственного объекта.

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы заказчику должны быть представлены обоснованные выводы:

– о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в итоговом отчете эксперта (ведущего эксперта);

– о недоступности эксплуатации объекта экспертизы ввиду необеспеченности соблюдения требований промышленной безопасности.

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы заказчик вправе представить материалы на повторную экспертизу при условии их переработки с учетом выявленных в ходе экспертизы замечаний. Заключение экспертизы может быть оспорено заказчиком в установленном порядке.

Требования, которые должны учитываться при экспертизе промышленной безопасности различных объектов, устанавливаются

Госгортехнадзором России как социально уполномоченным органом в области промышленной безопасности с учетом настоящих Правил.

14.2. Государственная экспертиза проектов

Главными причинами большинства чрезвычайных ситуаций явились, безусловно, снижение трудовой дисциплины, грубое нарушение норм и правил техники безопасности, физический и моральный износ технологического оборудования. Однако внимательный анализ катастроф и крупных аварий на потенциально опасных промышленных объектах страны показывает, что причинами их возникновения являются зачастую также грубые нарушения требований нормативных документов в ходе проектирования, строительства и эксплуатации этих объектов. Игнорирование при этом возможности опасных природных воздействий, необходимых мероприятий по обеспечению безопасности населения и территорий в градостроительной и архитектурно-планировочной документации приводило к дополнительному увеличению масштабов чрезвычайных ситуаций и углублению тяжести их последствий.

Характерным примером могут служить последствия чрезвычайной ситуации, возникшей вследствие прорыва Киселевского водохранилища и последующего катастрофического наводнения в июне 1993 года, когда в результате интенсивного паводка в сочетании с ливневыми дождями произошел прорыв тела плотины и в течение полусуток 32 кубических километра воды затопили город Серов и окрестности. От наводнения пострадало 6,5 тыс. человек, из них 12 погибли, 8 пропали без вести. Более 1200 домов стали непригодны для жилья, было затоплено 340 га сельхозугодий, разрушен один железнодорожный и пять автодорожных мостов, сильно пострадали объекты энергетики и связи. Ущерб составил 63 миллиарда рублей.

Исследование причин произошедшей трагедии показало, что при разработке проекта гидроузла его створ был выбран без учета возможного разрушения и расчетов параметров зоны затопления в нижнем бьефе, вследствие чего в зоне возможного затопления оказалась не только городская застройка, но и десяток промышленных объектов. Ошибки проектировщиков и архитекторов были воплощены в жизнь, что и привело к трагедии спустя 14 лет после начала эксплуатации гидроузла.

По данным МАГАТЭ, на объектах атомной энергетики причиной аварии в 30 % случаев послужили ошибки в проектах. Аналогичная тенденция существует на промышленных объектах и других отраслей.

Поэтому экспертиза проектов является важнейшим мероприятием по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Еще на стадии проектирования объекта за счет исключения нерациональных или ошибочных проектных решений экспертиза закладывает основы его безопасной эксплуатации.

На стадии проектирования объектов можно выявить наиболее опасные процессы, участки производств, проанализировать различные сценарии возникновения и развития ЧС и на этой основе предусмотреть необходимые мероприятия по предупреждению проектных аварий. На случай запроектных аварий в ходе проведения экспертизы оцениваются предусмотренные в проектах мероприятия, направленные на максимальное снижение потерь среди персонала и населения, выполнение требований по их защите и созданию оптимальных условий для проведения спасательных и других неотложных работ.

В России создана и эффективно действует система государственной экспертизы, охватывающая все субъекты Российской Федерации.

Основной задачей органов государственной экспертизы проектов является повышение эффективности капитального строительства, внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, выявление степени соответствия установленным нормам, стандартам и правилам предполагаемых для реализации проектов и решений по объектам производственного и социального назначения. При этом должны учитываться источники чрезвычайных ситуаций, которые могут влиять на обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Важное значение имеет контроль, осуществляемый экспертными органами за научно-техническим уровнем применяемых в проектах технологических процессов и оборудования. Экспертиза должна проводить анализ технико-экономического обоснования (ТЭО) и коммерческих предложений, их целесообразности и эффективности.

В общем виде проекты рассматриваются органами Государственной вневедомственной экспертизы при Минстрое России. Этими организациями проводится комплексная оценка проектной документации с учетом локальных заключений экспертных органов Минприроды и МЧС.

Согласно «Положению о разграничении функций между органами экспертизы МЧС России и Минстроя России», экспертные органы МЧС России осуществляют специализированную экспертизу, подготавливают локальные экспертные заключения, которые направляются в экспертный орган, осуществляющий комплексную экспертизу – Главгосэкспертизу России.

В соответствии с организационно-правовыми нормами в области защиты граждан, установленными Федеральным законом от 11 ноября 1994 года «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и «Положением о МЧС», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 1994 года № 457, указанные выше контрольные функции осуществляются в системе МЧС России в форме государственной экспертизы градостроительной и проектно-сметной документации.

В соответствии с Федеральным законом и во исполнение указанного постановления Приказом министра МЧС России от 23 июня 1995 года № 446

в системе МЧС России было введено в действие Положение о проведении государственной экспертизы в области гражданской обороны, предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий, наделены соответствующими полномочиями штатный экспертный орган Министерства, образованный в 1994 году, – Государственная экспертиза проектов МЧС России (Госэкспертиза МЧС России).

Одним из важнейших документов правового обеспечения экспертной деятельности МЧС является «Положение о проведении государственной экспертизы и утверждении градостроительной, предпроектной и проектной документации в РФ», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2000 года № 1008.

Согласно вышеуказанным документам, государственная экспертиза в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее по тексту – государственная экспертиза) проводится с целью выявления степени соответствия федеральным законам, постановлениям Правительства РФ, Государственным стандартам РФ, Строительным нормам и правилам, другим законодательным, нормативным и директивным документам, действующим в указанной области, предполагаемых для реализации проектов строительства потенциально опасных промышленных, энергетических и транспортных объектов, специальных объектов и градостроительной документации, а также соблюдения при их проектировании норм и правил инженерно-технических мероприятий гражданской обороны.

Государственная экспертиза осуществляется штатным экспертным органом – Государственной экспертизой проектов МЧС России, образованной при МЧС России и внештатными экспертными органами – экспертными комиссиями при региональных центрах и штабах по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям субъектов Российской Федерации.

Функции Государственной экспертизы проектов МЧС России и экспертных комиссий при проведении экспертизы распределяются в зависимости от их компетенции. В компетенцию Государственной экспертизы проектов МЧС России входит рассмотрение градостроительной документации и строительства, а именно:

- схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности;
- генеральных планов городов – центров субъектов Российской Федерации и городов с расчетной численностью населения 500 тыс. человек и более;
- проектов строительства потенциально опасных промышленных, энергетических и транспортных объектов;
- проектов строительства объектов управления административно-хозяйственной деятельностью в чрезвычайных ситуациях, узлов связи, территориальных систем централизованного оповещения населения, локальных систем оповещения, систем локализации аварий, защитных сооружений гражданской обороны;

- проектов строительства объектов, финансируемых из бюджета министерства;
- проектов нормативно-технической и методической документации в области защиты населения, предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий.

Для проведения экспертизы проектной документации на строительство объектов необходимо иметь представление о ее составе, порядке разработки, согласования и утверждения. Данные вопросы регламентируют СНиП 11-01-95 «О порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».

Разработка проектной документации на строительство объектов осуществляется на основании утвержденного «Задания на проектирование». В приложениях А и Б к СНиП 11-01-95 приведены формы рекомендуемых заданий для объектов производственного и объектов жилищно-гражданского назначения. Задание разрабатывается проектировщиком, согласовывается с администрацией субъектов Российской Федерации, заинтересованными министерствами и ведомствами (в т. ч. МЧС) и утверждается заказчиком.

Проектной документацией детализируются конструктивные решения, уточняются основные технико-экономические показатели. Основным проектным документом на строительство объектов является, как правило, ТЭО строительства объекта. На основании утвержденного ТЭО строительства разрабатывается рабочая документация.

Проектная документация разрабатывается в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами, что должно быть удостоверено соответствующей подписью отвечающего за проект лица, согласовано с органами государственного надзора.

Проект на строительство объекта состоит из следующих разделов:

- общая пояснительная записка;
- генеральный план и транспорт;
- архитектурно-строительные решения;
- технологические решения;
- управление производством, предприятием;
- организация условий и охраны труда рабочих и служащих;
- решения по инженерному оборудованию;
- охрана окружающей среды;
- инженерно-технические мероприятия гражданской обороны;
- мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций;
- организация строительства (при необходимости);
- сметная документация;
- эффективность инвестиций (при необходимости).

Проект на строительство объекта должен быть выполнен и оформлен в соответствии с требованиями стандартов системы проектной документации для строительства (СПДС).

СПДС – *установленная государственными стандартами унифицированная система правил выполнения проектной документации для строительства.* Стандарты СПДС дополняют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) с учетом специфики проектной документации для строительства.

В целях дальнейшего развития экспертной деятельности в системе МЧС России, направленной на повышение эффективности мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и защите населения в проектах потенциально опасных объектов Приказом МЧС России от 10.6.96 г. № 383 «О совершенствовании экспертной деятельности в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций» введены в действие «Методические рекомендации по проведению государственной экспертизы», в частности раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций проектов строительства».

«Методические рекомендации...» утверждены Министром МЧС России и согласованы с Начальником Государственной вневедомственной экспертизы Российской Федерации.

В приказе отмечено, что основными причинами, затрудняющими работу экспертных органов МЧС России, по-прежнему является несовершенство нормативно-методической базы в области проектирования и экспертизы мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, разрабатываемых в составе градостроительной документации и проектов строительства, а также трудности с укомплектованием экспертных органов высококвалифицированными специалистами, отсутствие механизма оплаты труда сторонних специалистов, привлекаемых к экспертизам и нехватка необходимой оргтехники.

Подчеркнуто, что экспертиза градостроительной документации и проектов строительства опасных объектов является одним из важнейших направлений в деятельности МЧС России по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Начальники региональных центров, управлений ГО и ЧС субъектов Федерации обязаны не допускать случаев согласования проектной документации (согласно требованиям действующих СНиП) при отсутствии заключений.

На Государственную экспертизу проектов МЧС России дополнительно возложено с проведение экспертизы деклараций безопасности промышленных потенциально опасных объектов, последствия аварий на которых могут иметь межрегиональные масштабы.

Рассмотрение раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства объектов производственного и гражданско-жилищного назначения следует начинать с проверки комплектности представленных на экспертизу материалов, их соответствия

требованиям нормативных документов к составу и качеству проектной документации.

На экспертизу должна представляться полностью укомплектованная проектная документация в следующем составе:

- задание на проектирование, согласованное с территориальным управлением по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям;
- общая пояснительная записка проекта строительства;
- раздел проекта «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций».

Для потенциально опасных объектов производственного назначения, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 1.06.1995 г. № 675, дополнительно представляется «Декларация безопасности».

При необходимости представляются и рассматриваются другие разделы проекта, связанные с вопросами обеспечения безопасности, защиты населения и работающего персонала, а также предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Каждый из разделов проекта на строительство объекта выполняется и оформляется в соответствии с требованиями соответствующих стандартов СПДС.

Проекты строительства объектов представляются заказчиком в государственные экспертные органы (в том числе в Госэкспертизу МЧС России и региональные экспертные комиссии) в объеме, предусмотренном действующими нормативными документами на их разработку, в двух экземплярах вместе с исходной и разрешительной документацией, необходимыми согласованиями и заключениями.

Организация и проведение государственной экспертизы осуществляется в соответствии с утвержденным «Порядком проведения государственной экспертизы и согласования градостроительной документации и проектов строительства в системе МЧС России».

Экспертный орган, осуществляющий комплексную экспертизу, подготавливает сводное экспертное заключение, согласованное с другими экспертными органами, принимающими участие в рассмотрении, и направляет его заказчику или в инстанцию, утверждающую проектную документацию.

Основной деятельностью экспертных органов МЧС является проведение специализированной экспертизы градостроительной документации, проектов строительства потенциально опасных объектов, а также специальных объектов, регламентируемых особыми технологическими требованиями.

При проведении специализированной экспертизы на рассмотрение представляются общие пояснительные записки, специальные разделы «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций», а также разделы проектов

потенциально опасных производств, которые могут вызвать чрезвычайные ситуации, и технические решения, направленные на обеспечение их безопасности.

Проектные материалы потенциально опасных объектов рассматриваются Госэкспертизой МЧС России в соответствии с Письмом Минстроя России от 20.04.95 г. № БЕ-19-9/24, где установлен «Перечень потенциально опасных и технически особо сложных объектов», проекты строительства которых независимо от источников финансирования, форм собственности и принадлежности этих объектов, в целях обеспечения государственного контроля за их качеством, подлежат рассмотрению Главгосэкспертизой России с участием Государственной экспертизы проектов МЧС России.

Функция безопасности – специфическая конкретная цель и действия, обеспечивающие ее достижение, направленные на предотвращение аварий или ограничение их последствий.

Для того чтобы оценить правильность заложенных в проект ПОО решений, попробуем разобраться в вопросе: «Каким образом может быть осуществлена защита населения и территорий от возможного воздействия поражающих факторов ЧС на ПОО». На сегодняшний день основным способом защиты является выбор места размещения ПОО.

В мире существуют два основных подхода к этой проблеме. В ряде стран (Голландия, Франция, Бельгия) практически нет ограничений в приближении ПОО к жилой застройке. Безопасность реализуется за счет исключительно высоких требований к надежности технологического оборудования и обеспечения низких значений вероятности возникновения возможных аварий (до 10^{-8}).

Другим подходом является строгое нормирование расстояний ПОО от других объектов и наличие ряда ограничений по их размещению (Германия, Австрия). Оба подхода имеют положительные и отрицательные стороны, но представляется, что в России, учитывая современные реалии (относительно низкая исполнительная дисциплина, возможность террористических актов) более предпочтительным все-таки является нормирование расстояний до ПОО.

Согласно Нормам ИТМ ГО, подобные объекты должны размещаться на территории страны таким образом, чтобы сохранить способность устойчивого функционирования при нанесении противником удара по соседним объектам народного хозяйства. Кроме того, инженерно-технические мероприятия гражданской обороны включают в себя комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на защиту персонала объектов в военное время, подготовку объектов к работе в военное время, на создание условий для проведения спасательных и других неотложных работ.

Таким образом, в нашей стране к размещению ПОО с точки зрения обеспечения устойчивости функционирования в военное время

предъявляются следующие основные требования, закрепленные в действующих нормативных документах:

- ПОО не должны размещаться в зонах возможных сильных разрушений категорированных городов, в зонах возможного катастрофического затопления.

Учитывая, что категорированный потенциально опасный объект как цель нанесения удара может быть разрушен (а это может быть АЭС или объект, имеющий СДЯВ), нормами также регламентируются:

- минимально допустимые расстояния от ПОО до границ проектной застройки городов, а также зон отдыха федерального значения и заповедников;
- нормируется плотность населения, проживающего в прилегающей к объекту зоне, рассчитанная на весь период эксплуатации объекта (не должна превышать определенное нормами количество человек на 1 км^2); при этом должны предусматриваться дорожная сеть и транспортные средства, позволяющие обеспечить в случае необходимости эвакуацию населения из указанной зоны в течение определенного нормами времени;
- численность населения поселков для работников АЭС не должна превышать 50 тыс. человек;
- нормами регламентируется удаленность этих поселков от границы проектной застройки объектов;
- размеры санитарно-защитной зоны вокруг объекта определяются в зависимости от характера объекта и могут составлять от 3 до 5 км для химически опасных объектов и АЭС;
- для ПОО накладываются ограничения на размещение объектов над источниками водоснабжения. К примеру, не допускается размещение АЭС над источниками водоснабжения, если не может быть обоснована невозможность их загрязнения радиоактивными веществами.

Практика показывает, что эти требования необходимы. Так, отсутствие данных требований в середине 40-х годов при размещении ПО «Маяк» привело к сильному загрязнению радионуклидами реки Теча и ряда озер, сделав их непригодными для питьевого и хозяйственного водоснабжения. В этих озерах накоплено сейчас свыше 1 млрд. Кю радиоактивных отходов!

В настоящее время существует также серьезная проблема проникновения в бассейн реки Оби загрязненных подземных вод из ряда законсервированных рудников редкоземельных металлов на Алтае. Определенные ограничения накладываются при размещении хранилищ опасных объектов. Базисные склады нефти и нефтепродуктов, возводимые у берегов рек на определенном расстоянии от уреза воды, должны размещаться ниже по течению рек городских и сельских населенных пунктов, пристаней, речных вокзалов, крупных складов и мест постоянной стоянки флота,

гидроэлектростанций и водопроводных станций, на расстояние не менее 100 м.

К примеру, в 1989 году крупная авария произошла в городе Ионава в Литве. Произошел разлив 7000 т аммиака. Благодаря правильно выбранному месту размещения изотермической емкости с учетом направления господствующих ветров количество погибших составило 7 человек. С наветренной стороны проживало 40 тыс. жителей.

Специфика потенциально опасных объектов накладывает особые требования и ограничения при планировке его территории.

Разработка генеральных планов объектов должна производиться с учетом максимального использования естественных условий, уменьшающих поражающие факторы ЧС. Территория объекта должна подразделяться на следующие зоны: производственную, административно-хозяйственную, санитарно-защитную.

Генеральный план объекта должен отвечать требованиям СНиП 11-89-80. Дополнительно на нем показывают:

- места въездов на промплощадку аварийных спецформирований и система их движения по автодорогам на площадке;
- места размещения защитных сооружений гражданской обороны с обязательным указанием их классов и вместимости;
- расположение входов и аварийных выходов ЗС ГО;
- направление движения людских потоков от рабочих мест до входов в ЗС ГО;
- размещение защищенного пункта управления предприятия;
- зоны возможных завалов от обрушения зданий и сооружений (0,5 высоты здания или сооружения);
- места расположения резервных дизельных электростанций и водоисточников (водозаборных скважин, резервуаров);
- открытые водоемы и пути подъезда к ним, пожарные гидранты, колодцы и камеры с запорной арматурой;
- наиболее опасные источники вторичного поражения с указанием объемов и характеристик воздействия;
- степени огнестойкости зданий и категории производств по взрыво-, пожароопасности;
- основные дублирующие вводы электроэнергии, теплоснабжения на территорию предприятия.

В 1995 году принят План по ускорению подготовки РФ к выполнению обязательств в области химического разоружения. Отсутствие каких-либо нормативных документов в этой области привело к необходимости участия МЧС России в разработке норм проектирования объектов по уничтожению химического оружия, в том числе в выработке требований к их размещению.

Такой выбор требует анализа всего комплекса социально-политических, экологических, демографических и природно-географических факторов.

Ключевой проблемой при этом является обеспечение гарантированной безопасности населения.

С учетом изложенного был проведен анализ существующей нормативной базы по проектированию наиболее опасных объектов, обобщены результаты научных исследований. В результате был разработан проект раздела норм проектирования объектов по уничтожению химического оружия, который характеризуется следующим:

- ужесточены требования по удаленности объектов от категорированных городов и приобъектовых поселков;
- введено ограничение на численность этих поселков (не более 15 тыс. чел);
- установлены ограничения на плотность населения в районах их размещения (менее 20 чел. на км^2, для сравнения – в районах АЭС – 100 чел. на км^2);
- введен запрет на строительство объектов в районах с часто повторяющимися штилями и высоким уровнем стояния грунтовых вод;
- усилены требования к конструктивным решениям производственных зданий.

В 1995 году Госэкспертизой было рассмотрено свыше 90 проектов, из них: 12 генеральных планов российских городов и 30 проектов потенциально опасных объектов. Экспертизе были подвергнуты все разработанные в период 1994 года проекты атомных станций (вторые очереди Билибинской, Нововоронежской, Кольской АЭС, третья очередь Курской АЭС, Дальневосточной АЭС, Южно-Уральская АЭС). Рассмотрены также:

- проект создания производства по переработке и захоронению промышленных отходов Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- проект строительства хранилища делящихся материалов на ПО «Маяк»;
- проект разработки Приразломного нефтяного месторождения (шельф Карского моря);
- проект нефтепроводной системы КТК (Тенгиз–Новороссийск);
- проект строительства транспортно-технологического портового комплекса в бухте Батарейная Финского залива;
- проект строительства каскада ГЭС на реке Толмачева (Камчатка);
- проект строительства Калининградской ТЭЦ-2;

проект строительства Новой ГРЭС в Ростовской области, а также проекты строящихся линий метрополитенов в Москве, Челябинске, Омске, Красноярске, Уфе.

Следует отметить, что наблюдается тенденция к снижению качества проектной документации в части учета норм защиты населения. Такое положение дел обусловлено низкой квалификацией разработчиков проектных организаций, а также желанием заказчиков проектов избежать дополнительных капитальных вложений.

До 40 % поступавшей на экспертизу проектной документации возвращалось на доработку из-за грубых отступлений от требований нормативных документов. Для частных и кооперативных проектных организаций эта доля возрастала до 80 %.

Имеются проблемы и в проведении экспертизы проектов, что связано прежде всего с недостатками существующей нормативной и методической базы в области защиты населения, предупреждения чрезвычайных ситуаций и снижения тяжести их последствий, а также отсутствием единого, межведомственного подхода к ее созданию и обновлению. Действующие в настоящее время ведомственные нормы и правила отражают специфические особенности отдельных отраслей и не обладают комплексным подходом к проблемам предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций.

Межведомственные нормы инженерно-технических мероприятий в основном не ориентированы на защиту населения и территорий Российской Федерации в чрезвычайных ситуациях мирного времени.

Как следствие, назрела необходимость переработки всего комплекса норм, стандартов и технических условий в области защиты населения и предупреждения чрезвычайных ситуаций, перемены акцентов в использовании средств коллективной защиты населения для условий ЧС природного и техногенного характера, реализации концепции комплексного освоения подземного пространства городов, подземного строительства потенциально опасных объектов.

По всем указанным объектам Госэкспертизой МЧС России были выработаны конкретные предложения, принятые в настоящее время к исполнению соответствующими ведомствами и организациями. Индивидуальный подход Госэкспертизы МЧС России к рассматриваемым проектным материалам с позиций приоритетности защиты и безопасности человека позволил добиться внесения в них существенных изменений и дополнений, направленных на повышение эксплуатационной безопасности, предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение эффективности мероприятий, направленных на защиту населения. Среди них можно отметить следующие:

– экспертизой не рекомендован к утверждению проект строительства третьей очереди Курской АЭС, как не соответствующий требованиям защиты населения и обеспечения безопасности функционирования реакторной установки;

– при рассмотрении проекта строительства второй очереди Нововоронежской АЭС Госэкспертиза добилась требуемого действующими нормами ограничения численности пристанционного поселка, создания локальной системы оповещения, строительства дополнительных автодорог и путепроводов для организации эвакуации населения;

– при рассмотрении проекта строительства Южно-Уральской АЭС был внесен ряд конкретных предложений по обеспечению наиболее эффективной защиты проживающего там населения;

– руководство производственного объединения «Маяк», понимая важность превентивных защитных мероприятий на радиохимическом предприятии, хранящем и перерабатывающем сотни тонн высокоактивных делящихся материалов, в сложных экономических условиях признало необходимым и смогло обеспечить необходимое финансирование мероприятий по доведению защиты персонала предприятия и населения до нормативного уровня;

– при рассмотрении новых линий Московского метрополитена проекты систем жизнеобеспечения будут дополнены специальными фильтрами и устройствами автоматики для защиты при возможных авариях на химически опасных предприятиях города;

– в проектах должны быть реализованы вопросы оперативного переключения тоннельной вентиляции для изоляции пораженной станции, управления изолированными объемами воздуха, создания воздушных завес, оборудование фильтровентиляционных установок фильтрами-поглотителями АХОВ.

Очевидно, что центральный экспертный орган МЧС России – Госэкспертиза в единственном числе не в состоянии добиться полного охвата проектной документации всех потенциально опасных объектов и организовать взаимодействие со всеми министерствами, ведомствами и организациями страны. По этой причине приказом МЧС № 564 от 15.8.95 г. «О развитии системы предупреждения ЧС на территориальном уровне» санкционирована организация сети территориальных экспертных органов, состоящей из внештатных экспертных комиссий при региональных центрах и территориальных управлениях по делам ГО и ЧС (республик, краев, областей).

К компетенции экспертных комиссий отнесены рассмотрение и подготовка экспертных заключений на проектную документацию в области градостроительства и строительства объектов на территории соответствующих регионов или субъектов Российской Федерации – схемы районной планировки административно-территориальных образований, проекты строительства объектов промышленного и гражданского назначения. В целях обеспечения эффективности, объективности и достижения комплексного подхода к проведению экспертиз предусмотрено и согласовано Главэкспертизой России взаимодействие экспертных комиссий с ее территориальными организациями.

В компетенцию экспертных комиссий входит рассмотрение документации, относящейся к градостроительству и строительству объектов на территории соответствующих регионов или субъектов Российской Федерации, а именно:

– схем районной планировки административно-территориальных образований;

– генеральных планов городов с численностью населения менее 500 тыс. человек;

– проектов строительства объектов промышленного и гражданского назначения;

– проектов строительства убежищ и противорадиационных укрытий, кроме типовых и экспериментальных проектов.

Экспертные комиссии имеют право:

– привлекать для проведения экспертиз специализированные экспертные организации или отдельных экспертов;

– запрашивать и получать в установленном порядке информацию, необходимую для выполнения стоящих перед ними конкретных задач;

– пользоваться системой информационного обеспечения экспертиз;

– вносить предложения в любые кредитно-финансовые органы о прекращении финансирования проектирования, строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения потенциально опасных объектов, осуществляемых по проектно-сметной документации, не прошедшей экспертизу на предмет соблюдения специальных требований;

– обеспечивать связь с общественностью, подготавливать материалы по результатам экспертиз для опубликования их в печати.

Экспертные комиссии несут ответственность за объективность и достоверность оценок, рассмотренных проектов строительства и документов, обоснованность рекомендаций по утверждению, доработке или отклонению, а также за проведение экспертизы в установленные сроки.

Экспертная оценка проектных решений раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проводится по двум направлениям:

– оценки инженерно-технических мероприятий гражданской обороны по защите населения и работающего персонала от воздействия средств поражения вероятного противника, а также воздействия поражающих факторов аварий, катастроф и стихийных бедствий, разрабатываемых в соответствии с требованиями действующих СНиП и на основании исходных данных территориального штаба по делам ГО и ЧС;

– оценки мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера: снижению негативных последствий воздействия природных катастроф, уменьшению риска для персонала и населения при авариях и катастрофах на проектируемых объектах.

В ходе экспертизы проверяются:

– правильность отнесения проектируемого объекта и населенного пункта, в котором он располагается, к соответствующей категории по гражданской обороне и, исходя из этого, состав инженерно-технических мероприятий гражданской обороны;

– правильность определения и нанесения на зональной схеме и генплане зон возможных разрушений от воздействия средств поражения вероятного противника, зон поражения при авариях на АЭС, химических и

взрывоопасных производствах, зон затопления от водохранилищ в случае их разрушения;

– правильность выбора технических решений сетей водо-, газо- и электроснабжения по готовности к работе в условиях военного времени и при возникновении чрезвычайных ситуаций;

– наличие и качество систем охраны и контрольно-пропускных пунктов на объекте;

– наличие и качество проектных решений по созданию систем связи, сигнализации, а также локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.04.1993 г. № 178, организация внешней связи и управления гражданской обороной проектируемого объекта;

– наличие и технические характеристики защищенных пунктов управления противоаварийными действиями (для радиационноопасных объектов);

– условия обеспечения проезда аварийно-спасательных и пожарных команд;

– наличие и пропускная способность путей эвакуации, транспортные возможности объекта по выполнению эвакуационных мероприятий;

– наличие и обоснованность схемы размещения защитных сооружений на территории объекта;

– противопожарные мероприятия;

– устройство пунктов санитарной обработки;

– обеспечение условий безаварийной остановки производства при возникновении чрезвычайных ситуаций.

При рассмотрении проектов строительства учреждений здравоохранения должны быть оценены подготовленность объекта к функционированию в условиях военного времени и при чрезвычайных ситуациях мирного времени, а также мероприятия по защите медицинского персонала и нетранспортабельных больных.

В ходе экспертизы проверяются решения по обеспечению световой и иной маскировки на объектах, проектирование которых должно осуществляться в соответствии со СНиП 2.01.53-84, а для объектов железнодорожного, воздушного, морского, автомобильного и речного транспорта – в соответствии с ведомственными инструкциями, согласованными с МЧС России.

При экспертизе раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства потенциально опасных объектов проверяется выполнение специальных требований ИТМ ГО и ведомственных инструкций по проектированию инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ВСН ГО), согласованных с МЧС России.

При экспертизе проектных решений защитных сооружений ГО, в т. ч. запасных пунктов управления (ЗПУ), проверяются:

– соответствие назначения, состава сооружений и помещений, их объемно-планировочных решений и местоположения ЗПУ действующим нормам;

– соответствие вместимости защитных сооружений численности основного и обслуживающего персонала и соответствие количества рабочих мест численности оперативного состава;

– достаточность источников по обеспечению ЗПУ электроэнергией, водой, теплом, сжатым воздухом, а также достаточность системы по сбору и удалению отходов и сточных вод;

– обоснованность решений по маскировке ЗПУ на каждой стадии его создания;

– соответствие схемы организации связи, технических условий размещения аппаратуры и оборудования на узлах связи действующим нормам;

– характеристики и режимы работы оборудования систем жизнеобеспечения в период автономности и режиме полной изоляции;

– обоснованность решений по обеспечению гарантированного питания;

– взаимная увязка конструкций и коммуникаций всего комплекса зданий и сооружений.

При экспертизе проектных решений защитных сооружений гражданской обороны проверяют:

– правильность выбора принятых типов и классов защитных сооружений в зависимости от предполагаемого места их размещения в соответствии с требованиями действующих СНиП;

– правильность применения в проекте ограждающих и защитных конструкций, количества режимов вентиляции, соответствие принятых решений по гидроизоляции условиям строительства (в сухих или водонасыщенных грунтах), обеспечение общей герметизации сооружений;

– соответствие вместимости защитных сооружений численности наибольшей работающей смены и укрываемого населения;

– соответствие состава помещений и объемно-планировочных решений действующим нормам;

– состав, характеристики и режимы работы оборудования систем жизнеобеспечения, обоснованность решений по обеспечению воздухоснабжения сооружений по 3-му режиму вентиляции;

– взаимная увязка конструкций и коммуникаций защитного сооружения и сооружения (здания), в которое оно встраивается;

– соответствие принятых радиусов сбора укрываемых нормативным требованиям, проектные решения по обеспечению условий и времени заполнения защитных сооружений;

– места расположения и конструкции входных устройств и аварийных выходов;

– возможность и порядок эффективного использования защитных сооружений для производственно-хозяйственной деятельности, порядок и

условия их перевода к готовности приема укрываемых при чрезвычайных ситуациях, расчет необходимых для этого сил, средств и времени.

Содержание и объем проектных материалов по предупреждению чрезвычайных ситуаций, представляемых на экспертизу, должны формироваться в зависимости от степени опасности производственного объекта для населения и территорий, а также для предприятий, зданий и сооружений, расположенных вокруг этого объекта, с учетом возможных чрезвычайных ситуаций. При этом проверяются возможные воздействия природных и техногенных факторов на объекты, возможные воздействия на население и окружающую среду.

При оценке природных воздействий на проектируемый объект проверяют:

– правильность оценки вероятности возникновения в районе размещения объекта чрезвычайных ситуаций природного характера;

– правильность оценки характеристик интенсивности проявления неблагоприятных природных воздействий на объект;

– достаточность проектных решений и рекомендаций по предотвращению чрезвычайных ситуаций или снижению негативных последствий возможных аварий и катастроф до минимальных уровней.

При оценке техногенных воздействий на проектируемый объект проверяют:

– правильность оценки вероятности чрезвычайных ситуаций на других функционирующих в регионе потенциально опасных объектах;

– правильность определения зон возможных разрушений и действия вторичных поражающих факторов при чрезвычайных ситуациях на других объектах;

– достаточность принимаемых мер по снижению последствий техногенного воздействия на объект.

При экспертной оценке опасности объекта проверяют:

– обоснование соответствующих расчетов, отражающих специфику объекта как источника возникновения и распространения поражающих факторов;

– полноту перечня возможных чрезвычайных ситуаций и причин их возникновения;

– оценку вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций;

– общий эффект негативного воздействия поражающих факторов, характерных для данного объекта;

– специфику вызываемых поражений (прямое или косвенное, химическое, радиационное, механическое и т. д.);

– оценку вероятности возникновения аварийных ситуаций при предусмотренных проектом инженерных мерах по их предупреждению;

– прогнозирование развития аварий в условиях ввода в действие предусмотренных проектом инженерных мер по локализации аварийных ситуаций;

– характеристику ущерба населению, окружающей среде и объектам производственной и социальной инфраструктуры в результате возможных аварий.

Оценку опасности объекта для населения и территорий проверяют для следующих основных ситуаций:

– эксплуатации объекта в режимах, зафиксированных в утвержденной установленным порядком технологической документации;

– проектной аварии;

– запроектной аварии или повреждении (разрушении) объекта в результате террористического акта, военных действий или природных катастроф.

При оценке мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций проверяют:

– достаточность системы контроля за безопасностью промышленного производства;

– объем и содержание организационных, технических и иных мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера;

– объем и содержание мероприятий по созданию локальной системы оповещения персонала объекта и населения, проживающего в районе расположения объекта, о возникновении чрезвычайных ситуаций;

– порядок оповещения населения и органов местного самоуправления, на территории которых располагается объект;

– достаточность сил и средств по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, порядок их действия;

– расчет номенклатуры и объема необходимых запасов материальных и финансовых ресурсов для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

– объем и содержание организационных, технических и иных мероприятий по снятию с эксплуатации (консервации) объекта и реабилитации территорий.

В проекте объекта производственного назначения должна быть проведена оценка стоимости предусмотренных мероприятий по защите населения и территорий, а также дана комплексная оценка ущерба, который может быть нанесен населению и территориям при возникновении природных и техногенных чрезвычайных ситуаций без проведения на объекте специальных защитных мероприятий.

Критерием оценки качества проектных решений раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций» является обеспечение устойчивого функционирования объекта в условиях применения средств поражения и воздействия поражающих факторов аварий, катастроф, стихийных бедствий, сохранение жизни и здоровья людей, снижение размеров материальных потерь и ущерба окружающей среде.

На основе результатов рассмотрения проектных решений, оценки качества документации и анализа достаточности мер по защите населения и территорий составляется экспертное заключение по разделу «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций».

При формулировании каждого замечания экспертного заключения следует дать принципиальное описание принятого решения, обосновать его нерациональность или допущенное отступление от требований действующих нормативов и изложить рекомендацию по изменению или улучшению проектного решения с указанием ссылки на действующий норматив или результаты расчетов.

Формулировка каждого замечания и предложения должна быть технически грамотной, лаконичной, исключать двойное толкование.

При наличии серьезных нарушений и замечаний, требующих переработки проектных решений, а также при некомпетентности проектных материалов возможен возврат проекта на переработку. После переработки проект должен быть представлен на повторную экспертизу.

При наличии нарушений, не вызывающих необходимости переработки проекта и увеличения объема инвестиций, возможна рекомендация на утверждение при условии устранения замечаний, изложенных в экспертном заключении.

Оформление экспертного заключения производится на основании требований «Инструкции о порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства» (РДС 11-201-95).

Большая часть мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций, защиту населения при их возникновении, повышение безопасности функционирования потенциально опасных объектов и производств может и должна быть решена еще при разработке проектов их строительства, т. е. на стадии, предшествующей эксплуатации. В этот момент еще можно проанализировать сценарии возможных чрезвычайных ситуаций на этих объектах, выбрать наиболее безопасный вариант их расположения относительно селитебных зон, проверить наличие систем физической защиты объектов, локальных систем оповещения населения и путей его эвакуации. В этом смысле экспертиза проектной документации является одним из действенных профилактических мероприятий по устранению причин возникновения ЧС.

Концепция безопасности проектируемого объекта исходит из реальности возникновения аварий и требует сведения вероятности их возникновения к минимуму, максимальной локализации последствий проектных аварий и недопущения катастрофических последствий запроектных аварий. В связи с этим основной задачей на всех этапах жизненного цикла является ограничение при нормальной эксплуатации и в случае аварий воздействия опасных и вредных факторов на персонал,

оборудование и сооружения объекта, население и окружающую среду установленными пределами.

Безопасность объекта включает в себя понятия эксплуатационной (внутриобъектовой) и экологической (внешней) безопасности. Значения критериев эксплуатационной и экологической безопасности определяются действующими нормативными документами.

Мероприятия по обеспечению эксплуатационной безопасности направлены на защиту от опасных и вредных воздействий персонала, оборудования и сооружений объекта.

В зависимости от природы воздействия на эксплуатационный персонал, оборудование и сооружения объекта, население, сопрягаемые объекты и окружающую природную среду опасных и вредных факторов, принятые в проект технические решения должны обеспечивать следующие виды безопасности:

– взрыво-, пожаробезопасность;

– безопасность от химических и загрязняющих веществ;

– электробезопасность;

– безопасность от механических воздействий;

– безопасность от ошибочных действий персонала и самопроизвольных нарушений функционирования.

Определяющими видами безопасности проектируемого объекта являются взрыво-, пожаробезопасность и безопасность от химических, радиоактивных и загрязняющих веществ. Заложенные в проекте технические решения должны предусматривать также мероприятия по обеспечению безопасности объекта при номинальных значениях внешних воздействующих факторов.

Для проектов потенциально опасных объектов на экспертизу дополнительно представляется «Декларация безопасности промышленного объекта».

Экспертиза «Декларации безопасности» осуществляется на основании «Порядка экспертизы декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации», разработанного совместно Госгортехнадзором России и МЧС России.

Как бы качественно и детально ни был проработан проект на строительство объекта, это не исключает возможности возникновения аварии, тем не менее экспертиза проекта приводит к снижению вероятности ее возникновения и обеспечивает условия для ее ликвидации с минимальными затратами.

Совместным Приказом МЧС России и Госгортехнадзора России № 599/125 от 7 августа 1996 г. «Об экспертизе деклараций безопасности промышленных объектов Российской Федерации» введены в действие:

– порядок экспертизы декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации;

– перечень организаций, имеющих право проведения экспертизы деклараций безопасности промышленных объектов (более 70 организаций).

Согласно приказу МЧС России от 15.08.95 г. № 569, финансирование работ по проведению государственной экспертизы проводится за счет средств:

– республиканского бюджета Российской Федерации по объектам, строящимся за счет бюджетных средств;

– заказчиков объектов, которые строятся предприятиями, учреждениями и организациями за счет собственных средств.

Наряду с государственной экспертизой в области защиты населения и предупреждения ЧС может проводиться и общественная экспертиза. Общественная экспертиза проводится в тех же целях, что и государственная экспертиза, и осуществляется она по инициативе общественных объединений, зарегистрированных в порядке, установленном законодательными актами Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также по инициативе научных учреждений и населения. При проведении общественной экспертизы научные учреждения и общественные объединения вправе получать необходимую информацию от органов РСЧС и органов местного самоуправления.

Государственная экспертиза в области защиты населения и территорий от ЧС в современных условиях является одним из основных рычагов государственного регулирования защиты. При ее осуществлении экспертные комиссии взаимодействуют установленным порядком с экспертными органами Минприроды (Государственной экологической экспертизой), экспертными подразделениями отраслевых министерств, территориальными органами исполнительной власти, надзорными органами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое экспертиза промышленной безопасности?
2. Чем различаются наблюдательный, координационный и консультативный советы?
3. Какие этапы работы предусматривает экспертиза промышленной безопасности?
4. Какие материалы представляются экспертам?
5. Необходимо ли экспертам проверять проектную документацию?
6. Что проверяется экспертами?
7. Может ли проводиться повторная экспертиза?
8. Как оплачиваются экспертные работы?

Глава 15

ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ РАБОТ, ТОВАРОВ, УСЛУГ

Стандартизация, метрология и сертификация – взаимосвязанные и взаимозависимые области и виды деятельности, направленные на обеспечение развития промышленности и безопасности в циклах производства и потребления.

15.1. Законодательное обеспечение систем стандартизации, метрологии и сертификации

Деятельность по стандартизации, метрологии и сертификации регулируется на основании введенных в действие в 1993 году трех законов Российской Федерации: «О стандартизации» (от 10 июня 1993 г. № 5156-1); «Об обеспечении единства измерений», «О сертификации продукции и услуг» (от 10 июня 1993 г. № 5151-1). Базируются они на положениях ранее введенного в действие Закона Российской Федерации «О защите прав потребителя» и выпущены в развитие нормативно-правовой базы его применения. В соответствии с этими нормативными актами руководство, методическое сопровождение и формирование политики в области стандартизации, метрологии и сертификации поручено Госстандарту России (действующему на основании Положения об этом комитете, утвержденного Постановлением Правительства России от 26 декабря 1992 г. № 1020).

Организациями Госстандарта (ГС) разработаны и введены в действие с 1 апреля 1994 года (Постановление ГС от 15.12.93 г. № 21) основные документы Государственной системы стандартизации (ГСС) и ряд методических документов по проведению работ по государственной, межгосударственной (в рамках СНГ) и международной стандартизации, которые направлены на соответствие действующих в России нормативно-технических документов требованиям международных стандартов. Это касается прежде всего охраны природы, промышленной безопасности, охраны труда и защиты населения в ЧС.

Подготовлено Постановление Правительства России от 12 февраля 1994 г. № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг», в котором установлены основные принципы формирования и работы Федерального фонда стандартов, а также порядок проведения работ по обеспечению единства измерений в Российской Федерации. Кроме того, выпущен ряд нормативных документов, определяющих правила построения, функционирования и аккредитации метрологических служб и организаций (правила по метрологии).

В соответствии с этими документами интенсивно развивается система сертификации ГОСТ Р, направленная на контроль соответствия продукции и

услуг требованиям безопасности. Выпущены «Правила по проведению сертификации в Российской Федерации» (Постановление ГС от 16.02.94 г. № 3).

Госгортехнадзор России, действующий на основании Положения, утвержденного Указом Президента России от 18 февраля 1993 г. № 234, выпустил ряд нормативных документов, направленных на обеспечение безопасности в промышленности и регламентирующих режим допуска в производство и эксплуатацию (лицензирование деятельности) технологий и оборудования, в том числе на потенциально опасных объектах нефтегазовой, горной, металлургической и др. видов промышленности.

Кроме того, он подготовил:

«Положение о порядке выдачи специальных разрешений (лицензий) на виды деятельности, связанные с повышенной опасностью промышленных производств (объектов) и работ, а также с обеспечением безопасности при пользовании недрами» (Постановление от 3 июля 1993 г. № 20);

«Положение о порядке разработки (проектирования), допуска к испытаниям и серийному выпуску нового бурового, нефтегазопромыслового, геологоразведочного оборудования, оборудования для трубопроводного транспорта и проектирования технологических процессов, входящих в перечень объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России (РД08-59-94)» (постановление от 1 апреля 1994 г. № 25);

«Методические указания по организации и осуществлению лицензионной деятельности в нефтяной и газовой промышленности».

Минстроем России на основе строительных норм и правил (СНиП) формируется и развивается система сертификации, направленная на обеспечение безопасности в строительстве.

В Министерстве труда России подготовлено (с участием Госстандарта) Постановление Правительства России от 6 мая 1994 г. № 485 «О проведении обязательной сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах, средств производства, оборудования для средств коллективной и индивидуальной защиты», выпущен ряд нормативных документов и начаты работы по реализации указанного постановления.

15.2. Проблемы разработки систем стандартизации, метрологии и сертификации в отраслях промышленности

Понимая важность вопроса создания единой базы нормативно-технических документов, особенно остро вставшего после объединения в рамках Минтопэнерго России государственных управленческих функций семи отраслевых министерств бывшего СССР, Коллегия Минтопэнерго России решением от 8 июля 1992 г. № 1 и министр своим приказом № 258 от 12 ноября 1993 г. утвердили межотраслевую научно-техническую программу (МНТП) «Стандартизация, метрология и сертификация продукции». Сама Программа

была сформирована и реализуется под методическим руководством Управления научно-технического прогресса министерства.

Стандартизацию, метрологию и сертификацию следует рассматривать как взаимосвязанные виды организационной, технической и научной деятельности для реализации положений принятых Законов и требований других нормативных актов в отраслях промышленности для обеспечения заданного уровня качества, безопасности продукции и оборудования, повышения их конкурентоспособности.

Обобщая усилия министерств и ведомств, можно выделить следующие основные направления работ.

В области стандартизации:

– согласование требований действующих нормативных документов с международными стандартами, лучшими национальными стандартами и стандартами организаций и фирм ведущих производителей продукции и оборудования по различным отраслям промышленности, использующим опасные технологические процессы, оборудование и материалы (вещества);

– разработка недостающих стандартов;

– актуализация и пересмотр нормативной базы с введением в стандарты;

– требования безопасности и проведения сертификации;

– разработка основополагающих межотраслевых нормативных документов, позволяющих унифицировать нормативные базы отраслей и создать единую службу стандартизации на межведомственном (министерском) уровне.

В области метрологии:

– метрологическое обеспечение сертификационных испытаний, включая разработку необходимых для этого средств и методик измерений, или их централизованный заказ у ведущих производителей;

– формирование системы предприятий и организаций ведомственной калибровки, поверки и ремонта средств измерений и диагностики состояния технологического оборудования;

– аккредитация головных и базовых организаций метрологической службы в Госстандарте России.

В области сертификации:

– подготовка необходимой документации, представление на рассмотрение в Госстандарт России (Минстрой, Госгортехнадзор России) для аккредитации в системе ГОСТ Р испытательных центров, лабораторий и органов по сертификации, создаваемых на базе ведущих организаций, министерств;

– определение номенклатуры продукции и оборудования, производимых и применяемых на объектах отрасли и подлежащих обязательной сертификации по показателям безопасности;

– оказание методической и технической помощи организациям и предприятиям при ведении работ по сертификации, включая поддержку и формирование систем сертификации однородной продукции;

– организация обучения специалистов, привлекаемых к работам по сертификации в качестве экспертов-аудиторов;

– проведение работ по обеспечению международного признания сертификатов на продукцию и оборудование отрасли.

Для примера только в ТЭК (Минтопэнерго) проведен анализ нормативного обеспечения (более 700 действующих стандартов), который показал, что помимо количественного дефицита действующих стандартов (общее число ГОСТов в России не превышает 25 тыс., в США их более 100 тыс.) около половины документов, относящихся к продукции и оборудованию ТЭК, не соответствуют международным требованиям.

В результате анализа влияния формируемых систем стандартизации, метрологии и сертификации на состояние промышленной безопасности и качество продукции в отраслях экономики установлено, что для ведения этих работ существует законодательная база. Однако при этом стоит отметить:

– наличие многочисленных центров, обеспечивающих законодательное и методическое сопровождение систем стандартизации, метрологии и сертификации при слабой координации их действий;

– низкую заинтересованность хозяйственных структур ведомств в формировании систем стандартизации и сертификации, а также отсутствие на сегодняшний день единой стратегии действий в федеральных органах управления на концептуальном уровне;

– отсутствие в ряде министерств и ведомств институтов ведомственной инспекции и контроля, разрешения хозяйственных споров (арбитража) между субъектами одного ведомства, институтов экспертизы, выделенной организационной структуры по стандартизации, метрологии и сертификации продукции и услуг.

15.3. Сертификация продукции – составная часть мероприятий по предупреждению аварий и катастроф

Один из элементов реализации государственной политики промышленно-развитых стран по защите человека и окружающей среды от опасной и некачественной продукции – широко применяемая и постоянно совершенствуемая система сертификации.

Разработанный в странах с отлаженной экономикой нормативно-правовой механизм сертификации позволяет осуществлять жесткий контроль за выполнением требований безопасности как к товарам широкого потребления, так и к промышленной продукции (услугам) производственного назначения.

Сертификация продукции в зарубежных странах может быть обязательной или добровольной. Обязательная (часто используется понятие «оценка соответствия в законодательно регулируемой сфере») связана, как правило, с безопасностью продукции, охраной здоровья производственного персонала, населения, окружающей среды. Поэтому обязательная

сертификация в ряде европейских государств и США устанавливается законами о безопасности, например, в Австрии – Законом о безопасности продукции, в Великобритании – Законом о безопасности товаров широкого потребления, в Германии – Законом о технических средствах труда (Закон о безопасности оборудования). В то же время статус сертификации (обязательная или добровольная) зависит от статуса национальных стандартов, на соответствие которым она проводится. Этими обстоятельствами объясняется, что в ряде стран вопросы сертификации регламентируются в законах о стандартизации, например, в Японии – в Законе о промышленной стандартизации, в Китае – в Законе о стандартизации.

Таким образом, современное высокотехнологичное производство базируется на законодательно закрепленной многообразной системе сертификации, что обеспечивает высокое качество и безопасность промышленной продукции, ее конкурентоспособность и спрос на внутреннем и внешнем рынках. В большинстве случаев речь идет о безопасности продукции.

Распад СССР, развал прежнего административного механизма управления экономикой, системы государственной приемки и распределения продукции привели к тому, что в условиях перехода к иному укладу жизни общества, возникновения различных форм собственности и формирования новых экономических связей сложившаяся система стандартизации продукции не обеспечивает должной гарантии безопасности и надежности продукции для особо опасных промышленных производств и объектов. В первую очередь именно это обстоятельство обусловило необходимость введения сертификации в России.

Сегодня сертификация товаров, продукции и услуг – один из важнейших элементов обеспечения безопасности населения и промышленного производства. Госстандарт России, МЧС России считают сертификацию одним из важнейших механизмов, дающим возможность объективно оценить продукцию, представить потребителю подтверждение ее безопасности, обеспечить контроль за соответствием продукции требованиям экологии, повысить ее конкурентоспособность.

Госстандартом России создана Российская Система сертификации продукции, работ (услуг) – Система сертификации ГОСТ Р, а также разработан пакет организационно-методической документации, включающий Правила по проведению сертификации в Российской Федерации. Госстандарт России законодательно имеет право делегировать свои полномочия по сертификации отдельных видов продукции другим государственным органам управления.

В результате этого в Систему сертификации ГОСТ Р входят системы сертификации групп однородной продукции, возглавляемые центральными органами, в том числе Госгортехнадзором России. Взаимоотношения национального и центральных органов систем сертификации регулируются соглашениями, в частности, имеется «Соглашение о взаимодействии

Госстандарта России и Госгортехнадзора России в области сертификации товаров (работ, услуг) и аттестации производств». Сертификация – одно из важнейших средств решения проблемы безопасности отечественной и импортной продукции. Степень достижения этой цели следует считать критерием оценки эффективности создаваемой системы сертификации. Внутренняя же организация работ в этой системе должна обеспечивать объективность и оперативность принятия решений в процессе взаимодействия всех участников работ по сертификации.

Сертификационная деятельность в производственной сфере, подконтрольной Госгортехнадзору России, имеет свои специфические особенности. Проблемы сертификации производственной продукции обусловлены, прежде всего, разнообразной и широкой номенклатурой потенциально опасного оборудования, подлежащего сертификации на соответствие установленным в нормативной документации требованиям безопасности и надежности. Объекты сертификации – основное технологическое и вспомогательное оборудование, приборы и материалы, средства контроля, защиты и сигнализации для подконтрольных Госгортехнадзору России производств и объектов.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» и функциональной структурой Госгортехнадзора России, Система сертификации поднадзорной продукции складывается на основе создаваемых отраслевых систем сертификации однородной продукции.

Основные задачи по формированию Системы сертификации поднадзорной продукции:

– создание организационной структуры Системы сертификации поднадзорной продукции (состоящей из систем сертификации однородной продукции), разработка принципов и правил, обеспечивающих ее устойчивую деятельность;

– разработка перечней однородной продукции, подлежащей сертификации;

– создание фонда нормативной и организационно-методической документации по сертификации;

– формирование блока участников сертификации в Системе.

Центральный орган руководит Системой сертификации однородной продукции и координирует деятельность участников сертификации, контролирует соблюдение правил и процедур в системе сертификации, деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий. Кроме того, он аккредитует их (совместно с Госстандартом России), разрабатывает предложения по перечню продукции, подлежащей обязательной сертификации, принимает решения о признании зарубежных сертификатов, лицензий и знаков соответствия.

Апелляционный совет при центральном органе необходим для рассмотрения жалоб и решения спорных вопросов, возникших при проведении сертификации.

Органами по сертификации могут быть организации и предприятия, независимо от форм собственности (в том числе совместные предприятия и инофирмы), признающие и выполняющие Правила по проведению сертификации в Российской Федерации, обладающие необходимой компетенцией, административной, юридической и экономической независимостью от разработчиков, изготовителей и потребителей продукции, отвечающие установленным требованиям и располагающие необходимыми организационными и техническими возможностями для проведения сертификации, включая:

– квалифицированный и прошедший специальную подготовку персонал;

– фонд нормативных документов на сертифицируемую продукцию и методы испытаний;

– организационно-методические документы, устанавливающие правила и порядок сертификации однородной продукции, включая перечень сертифицируемой продукции;

– испытательные лаборатории, находящиеся в составе органа по сертификации (так называемые сертификационные испытательные центры) или взаимодействующие с ним на договорной основе;

– экспертов-аудиторов, находящихся в штате органа по сертификации или привлекаемых из других организаций из числа высококвалифицированных технических специалистов.

Таким образом, один из принципов, на основе которого формируется Система сертификации поднадзорной продукции, является принцип «третьей стороны», что должно обеспечивать независимость органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) от изготовителей и потребителей и, как следствие, объективности принимаемых решений. Один из первых практических шагов по созданию системы сертификации – составление перечней однородной продукции – продукции, для сертификации которой применяются одни и те же конкретные стандарты и правила и также самая процедура. В целом в Системе сертификации поднадзорной продукции подлежат обязательной сертификации потенциально опасные (вредные и пожаро-, взрывоопасные, экологически опасные) продукция и процессы.

Учитывая большую номенклатуру сертифицируемой продукции, поднадзорной органам Госгортехнадзора, целесообразно использовать принцип поэтапной разработки перечней однородной продукции, подлежащей сертификации. Сегодня в перечень включается продукция (машины, механизмы, материалы и т. д.), представляющая наибольшую опасность с точки зрения возникновения аварий и тяжести их последствий для персонала, населения и окружающей среды.

При составлении перечней учитывают:

– действующую нормативную документацию, определяющую показатели и требования безопасности сертифицируемой продукции;

– организационно-техническую готовность аккредитованных испытательных лабораторий (центров) для целей сертификации.

Перечни сертифицируемой продукции будут периодически дополняться и расширяться по мере возрастания степени готовности всех элементов систем сертификации к практическому осуществлению этого процесса.

Сертификация – это способ подтверждения того, что продукция изготавливается в соответствии с требованиями нормативных документов (НД).

При этом надо иметь в виду, что каков уровень НД, таким будет и уровень требований, подтверждаемых сертификатом. Поэтому при формировании систем сертификации большое значение имеют полнота и качество нормативных и организационно-методических документов, регламентирующих сертификационную деятельность.

Обязательная сертификация поднадзорной продукции проводится на соответствие действующим в Российской Федерации нормативным документам, содержащим требования промышленной безопасности:

– правилам, нормам безопасности;

– государственным стандартам;

– отраслевым стандартам;

– техническим условиям (требованиям);

– правилам пожарной безопасности;

– строительным нормам и правилам;

– санитарным нормам и правилам.

Как показывает анализ, существующие НД на продукцию во многих случаях малопригодны для целей сертификации:

– не имеют четко выраженных требований безопасности;

– отсутствуют стандарты на методы испытаний и аттестованные методики испытаний.

Сложной остается и проблема согласования требований по безопасности, установленных в НД на комплектующие и конечную продукцию. Сегодня разработан комплект руководящей документации, устанавливающей механизм и процедуру сертификации продукции.

Правила сертификации поднадзорной продукции распространяются в обязательном порядке на группы промышленной продукции (однородной продукции), которые законодательно в установленном порядке закреплены соответствующими перечнями однородной продукции.

Методически и практически достаточно сложно формировать органы и системы сертификации однородной продукции, на которых базируется деятельность в Системе сертификации.

Трудно реализовать на сегодняшний момент принцип «третьей стороны», т. е. обеспечить полностью независимые от изготовителя и потребителя органы по сертификации и испытательные лаборатории (центры). Система сертификации создается на базе организаций, уже сложившихся в отраслях народного хозяйства при административно-хозяйственном принципе управления, в условиях взаимодействия разработчика, изготовителя и потребителя продукции. Ранее крупные специализированные организации

имели в своем составе подразделения, занимавшиеся разработкой, изготовлением и испытанием продукции. В них были сконцентрированы специалисты по соответствующей потенциально опасной продукции.

Крайне важно при существующем положении соблюсти принцип делегирования полномочий только через аккредитацию участников сертификации, с последующим инспекционным контролем.

При аккредитации органов по сертификации, испытательных лабораторий в создаваемой Системе сертификации поднадзорной продукции предпочтение отдается организациям, имеющим опыт разработки, создания и испытания продукции для особо опасных производств и объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России. Сеть органов по сертификации и испытательных лабораторий должна быть рационально сформирована для каждого вида потенциально опасной продукции с учетом региональных потребностей.

Один из основных этапов процесса – сертификационные испытания, способ проведения которых определяется выбранной моделью сертификации.

В мировой практике сертификации широкое распространение получили восемь основных схем сертификации, рекомендуемых к применению в Системе сертификации ГОСТ Р. Схемой сертификации называются состав и последовательность действий «третьей стороны» при проведении сертификации соответствия. Для гарантированного подтверждения соответствия продукции заданным требованиям в условиях разнообразия и сложности существующих производств и производимой продукции в нашей стране возможно расширение числа схем сертификации. Сейчас в Госстандарте России на основе восьми основополагающих схем сертификации разрабатываются еще 28 их модификаций, учитывающих все стороны производства продукции (оборудования, материалов). Эти схемы отличаются различными вариациями действий по выдаче и подтверждению сертификата. Участники сертификации смогут выбрать из разнообразия возможных схем такую, которая в наибольшей степени будет гарантировать доказательства соответствия продукции установленным требованиям при минимальных затратах для производителя.

При выборе схемы сертификации поднадзорной продукции в первую очередь следует принимать во внимание характер сертифицируемой продукции (сертифицируется каждое изделие, партия изделий, весь объем продукции, выпущенной за период действия сертификата) и степень опасности продукции при ее эксплуатации или использовании, так как необходимо обеспечить максимальную достоверность оценки стабильности производства.

Выбор схемы зависит и от стоимости производимой продукции, объема ее выпуска, трудоемкости и сложности испытаний готовой продукции, характера ее испытаний (с разрушением или с потерей товарного вида), сложности производственных процессов изготовления и от себестоимости продукции. Для объективности учитываются все перечисленные факторы.

Наиболее приемлемы для Системы сертификации поднадзорной продукции три схемы: включающая испытания типового образца продукции (типовые испытания) и анализ производства; предусматривающая типовые испытания и сертификацию производства (или системы качества); отличающаяся испытаниями и выдачей сертификата на каждое изделие.

При проведении сертификационных испытаний (независимо от выбранной схемы) испытываемый образец должен удовлетворять главному требованию – быть идентичным по нормируемым показателям продукции, направляемой потребителю. Сертификационные испытания проводятся в полном соответствии с требованиями нормативной базы. Отклонение от руководящих документов, проведение испытаний неаккредитованной организацией (лабораторией) или по не аттестованной методике следует расценивать как нарушение правил сертификации.

Финансирование работ по сертификации в Системе сертификации поднадзорной продукции строится на договорной основе. При этом все расходы, связанные с проведением сертификации продукции, признанием сертификатов соответствия, инспекционным контролем, независимо от их результатов, созданием нормативно-методической документации, оплачивает заявитель, а расходы по аккредитации органов сертификации и лабораторий оплачивают сами органы сертификации. Стоимость (расценки, тарифы) различных работ регулируется и одинакова на всей территории России и периодически корректируется в соответствии с изменением текущего индекса цен и налоговых платежей.

Таким образом, Система сертификации поднадзорной продукции – сложная организационно-экономическая система, находящаяся в стадии развития. Обеспечение ее устойчивого функционирования в переходный период развития экономики затруднено, прежде всего, потому, что принимаемые решения носят многовариантный характер. Становление Системы сертификации поднадзорной продукции идет в процессе выработки методов и форм действия в конкретных ситуациях. Эффективность сертификационной деятельности определяется организацией жесткого инспекционного контроля на всех уровнях принятия решения в Системе сертификации поднадзорной продукции.

15.4. Принципы и методика сертификации потенциально опасных промышленных производств

Нормативный документ Госгортехнадзора России РД 03-85-95 «Система сертификации ГОСТ Р. Правила сертификации поднадзорной продукции для потенциально опасных промышленных производств, объектов и работ» (далее – Правила) разработан в соответствии с действующим законодательством (Закон Российской Федерации «Сертификации продукции и услуг», Основы законодательства Российской Федерации об охране труда). На основании полномочий, представленных Законом Российской Федерации «О

сертификации продукции и услуг», данный документ зарегистрирован Госстандартом России в Государственном реестре (свидетельство № РОСС RU.0001.01ГСОО).

Сертификация в Госгортехнадзоре России в соответствии с разработанными Правилами ориентирована на обеспечение безусловной увязки, преемственности процедур сертификации и разрешительной деятельности применительно к сложным, как правило, используемым в промышленности современным техническим средствам и оборудованию, их многофункциональному назначению, межотраслевому характеру разработки и производства в объективно неоднозначных экономических условиях в стране.

Правила разработаны Госгортехнадзором России на основе и в развитие Системы сертификации ГОСТ Р и Правил по проведению сертификации в Российской Федерации Госстандарта России, реализуют методический подход осуществления работ по сертификации, отработанный совместно с Госстандартом России, и предусматривают разработку и введение в действие системы нормативных документов по сертификации в законодательно регулируемой сфере (обязательной сертификации) по конкретным группам однородной продукции. Положения Правил конкретизируют применительно к областям деятельности Госгортехнадзора России цели, принципы и границы применения документа; структуру, состав и функции участников сертификации; правила процедуры сертификации; содержание нормативных документов по сертификации конкретной однородной продукции; финансирование работ по сертификации. В приложениях приведены: перечень укрупненных групп поднадзорной продукции; схемы сертификации; пример выбора поднадзорной продукции, подлежащей сертификации в законодательно регулируемой сфере, и нормативных документов, на соответствие требованиям которых проводится сертификация.

В соответствии с Правилами Госгортехнадзор России (Центральный орган по сертификации) и Госстандарт России (Национальный орган по сертификации) осуществляют свою деятельность на основе прав, обязанностей и ответственности, предусмотренных действующим законодательством Российской Федерации. Они организуют и проводят работы по сертификации в соответствии с законодательными актами Российской Федерации в пределах своей компетенции и на основании полномочий по государственному нормативному регулированию вопросов обеспечения промышленной безопасности на территории Российской Федерации.

Другими участниками сертификации поднадзорной продукции являются Органы по сертификации однородной продукции, Испытательные лаборатории (центры), Изготовители продукции, Совет по сертификации, Научно-методический сертификационный центр (центры) и Комиссия (комиссии) по апелляциям.

Центральный орган по сертификации (Госгортехнадзор России) на основе Правил организует разработку Систем (правил, порядков) сертификации в однородной продукции и в соответствии с этим выполняет основные функции, указанные в Правилах (п. 4.3).

В случае, когда Госгортехнадзор России не является Центральным органом по сертификации, его деятельность как федерального органа исполнительной власти может предусматривать следующие основные функции в области сертификации:

– разработку нормативных документов по организации работ в области сертификации и аккредитации;

– участие в работах по актуализации и совершенствованию фонда нормативных документов, на соответствие которым проводится сертификация в Системах (правилах, порядках) поднадзорной продукции;

– согласование предложений Центрального органа по сертификации к номенклатуре продукции, подлежащей обязательной сертификации в Российской Федерации, утверждаемой Госстандартом России (в том числе к фонду соответствующих нормативных документов, требованиям которых она должна соответствовать);

– участие в работе комиссий по аккредитации Органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), инспекционном контроле за их деятельностью по правильному проведению сертификации;

– анализ и обобщение, координацию работ по межотраслевым проблемам сертификации и аккредитации;

– участие в работе Комиссии по апелляциям и Совета по сертификации, действующим при Центральном органе по сертификации, согласование их состава и координацию работы;

– участие в разрабатываемых совместно с Госстандартом России программах обучения, подготовке и аттестации экспертов в области сертификации поднадзорной продукции и др.

Сертификация поднадзорной продукции системы Госгортехнадзора России осуществляется в целях достижения следующих конечных результатов:

– содействия государственному нормативному регулированию обеспечения промышленной безопасности на территории Российской Федерации;

– обеспечения безопасности и надежности средств производства и контроля, их соответствия нормам и правилам для подконтрольных отраслей угольной, горнорудной и нерудной, металлургической, нефте- и газодобывающей, нефте- и газоперерабатывающей; химических и нефтехимических производств повышенной опасности; геологоразведочных и других горных работ; магистральных газо-, нефте- и продуктопроводов, систем газоснабжения природными и сжиженными углеводородными газами, используемыми в качестве топлива;

– хранения и использования промышленных взрывчатых материалов; изготовления простейших гранулированных и водосодержащих взрывчатых веществ на предприятиях-потребителях; изготовления и безопасной эксплуатации подъемных сооружений и объектов котлонадзора; разработки и изготовления оборудования для потенциально опасных промышленных производств;

– создания условий для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;

– подтверждения показателей безопасности и надежности продукции, заявленных изготовителями, в соответствии с номенклатурой продукции, утверждаемой Госстандартом России в установленном порядке;

– содействия потребителям в компетентном выборе продукции;

– содействия экспорту и повышению конкурентоспособности продукции;

– защиты потребителя от недобросовестности изготовителя.

Организация и координация работ по сертификации в области потенциально опасных промышленных производств, объектов и работ по обеспечению максимальной их эффективности на всех стадиях должны предусматривать системно-комплексный подход:

– полный охват всех иерархических уровней разукрупнения техники при осуществлении работ по сертификации (системы, комплексы, оборудование, аппаратура, приборы, комплектующие изделия, материалы, технология);

– взаимную увязку функций министерств (ведомств) и соответствующих структур в части нормативного обеспечения безопасности и сертификации;

– оптимизацию структуры и состава норм и требований безопасности, органов по сертификации, сетей испытательных лаборатории центров) и т. д.

Объективно обусловленная необходимость демонополизации работ данного направления предусматривает участие в процедурах сертификации, осуществляемых в соответствии с Правилами, организаций и предприятий различных форм собственности Российской Федерации, предпринимателей и иных лиц, заинтересованных в деятельности по сертификации поднадзорной продукции для потенциально опасных промышленных производств, объектов и работ.

Настоящие Правила – общие для всех видов надзора, определяют техническую политику в области сертификации системы Госгортехнадзора России. В соответствии с Правилами организуется и координируется разработка Систем (правил, порядков) сертификации конкретной однородной продукции, представление на утверждение и регистрацию в Госстандарт России.

В настоящее время Госстандарт России, формируя национальную систему ГОСТ Р как систему обязательной сертификации, имеющую единый знак соответствия, регистрирует добровольные системы со своими

собственными знаками соответствия. Так, Госстандартом России утверждено и введено в действие 24 системы сертификации и зарегистрировано 14 добровольных систем.

Однако в сфере промышленного производства наличие признанного в России сертификата не считается однозначным основанием для допуска продукции в производство. Формулируемая Госгортехнадзором России система лицензирования деятельности и допуска оборудования, в подконтрольной ему области, рассматривает сертификат как основание для выдачи такого разрешения или лицензии. Реально сертификаты в промышленности признаются Госгортехнадзором России в том случае, когда он выдает разрешение или лицензию на применение. Это положение распространяется как на сертификаты отечественных, так и зарубежных систем.

Что касается признания (в том числе международного) сертификатов, выдаваемых в России, то здесь возможны три пути:

– заключение соглашений на национальном уровне (это реально для обязательной сертификации), например, процедура принятия единого сертификата и знака соответствия Европейского сообщества;

– наработка авторитета в области сертификации и завоевание доверия со стороны органов управления РСЧС, Госнадзора и потребителей;

– совместное проведение с признанными мировыми фирмами по сертификации на паритетных началах межлабораторных испытаний, взаимоаккредитации органов по сертификации и т. п.

В мировой практике сертификация продукции отходит на второй план, а основное внимание уделяется сертификации систем качества, в частности, на соответствие требованиям стандартов ИСО 9000, которые направлены на установление единых требований к системам обеспечения качества (и безопасности в том числе) на различных стадиях работы производителя:

ИСО 9001 – «Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и (или) разработке, производстве, монтаже и обслуживании»;

ИСО 9002 – «Системы качества. Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже»;

ИСО 9003 – «Системы качества. Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях».

Для установления правил самой процедуры сертификации введен стандарт **ИСО 1011** «Руководящие указания по проверке (аудиту) систем качества».

В России стандарты **ИСО 9001-9003** введены в качестве **ГОСТ40.9001-88**, **ГОСТ 40.9002-88, ГОСТ 40.9003-88**.

В общем виде процедура сертификации систем обеспечения качества включает следующие этапы:

– предварительный этап установления системы обеспечения качества, т. е. разработку нормативных документов и руководств, установления ответственности участников и структуры взаимодействия. Эта работа

выполняется производителем как самостоятельно, так и с привлечением экспертных организаций;

– проверку системы обеспечения качества органом по сертификации систем качества с выдачей аудиторского заключения и, при необходимости, рекомендаций по ее корректировке;

– планирование и проведение работ по устранению выявленных в ходе проверки недостатков;

– повторную проверку и принятие решения о выдаче сертификата соответствия и (или) лицензии на применение знака соответствия;

– периодический контроль за правильностью применения знака соответствия (аудиторские проверки) органом сертификации.

Подводя итог, следует отметить:

– сертификация – это контрольная процедура, направленная на установление режима доверия между производителем, потребителем (заказчиком) и органами Госнадзора;

– обязательная сертификация неизбежна, и ей подлежит как отечественное, так и импортируемое оборудование и товарная продукция.

15.5. Сертификация безопасности взрывоопасных технологий

Одно из направлений уменьшения техногенно-производственных опасностей – создание условий, исключающих возникновение причинной цепи случайного высвобождения запасенной в процессе производства энергии.

Разрушительного энерговысвобождения можно избежать взаимной совместимостью компонентов человеко-машинных систем, что скажется на сокращении ошибок человека, отказов техники, недопустимых воздействий на высокочувствительную взрывоопасную продукцию.

Наряду с созданием взрывоопасных технологий со встроенными системами безопасности и надежных методов управления и контроля, необходимо использовать известные в мировой практике социальные меры, существенно повышающие безопасность производства. К наиболее актуальным из них относится лицензирование, т. е. выдача правомочными на это органами разрешений на проектирование, строительство и эксплуатацию высокорисковых и опасных производств.

Необратимая конверсия оборонных отраслей промышленности, предприятия которых начинают приобретать различные формы собственности, потребность сохранения взрывоопасных технологий на достаточном уровне, развитие новых производств боеприпасов для гражданского и служебного оружия потребовали создания давно назревшей системы сертификации безопасности взрывоопасных производств (ССБВОП), являющейся необходимым условием их лицензирования. Такую систему сертификации впервые в Российской Федерации создали в Госкомоборонпроме РФ в 1994 г. Она разработана с учетом международного

опыта и более 60 документов, в том числе Правил по проведению сертификации в Российской Федерации, основ законодательства об охране труда, Правил устройства и эксплуатации взрывоопасных технологий и т. д.

Цель системы сертификации безопасности – проверка и подтверждение наличия условий, обеспечивающих безопасность ведения взрывоопасных производств в соответствии с требованиями, установленными в нормативных документах. А сертификат безопасности взрывоопасных производств оборонных отраслей промышленности вне зависимости от их форм собственности считается основополагающим документом для выдачи лицензии на право производства взрывчатых материалов.

Сертификация безопасности взрывоопасных технологий и их инспекционный контроль за безопасностью технологий проводятся на основании типовых методик аккредитованными сертификационными лабораториями, имеющими аттестованных экспертов. При сертификации безопасности проверяют и оценивают:

– производственные здания и сооружения;

– технологический процесс;

– оборудование, технологическую оснастку, контрольно-измерительные приборы и инструменты, систему их технологического обслуживания и ремонта;

– систему технологического контроля и испытаний;

– нормативно-техническую документацию;

– квалификацию промышленно-производственного персонала.

Организационную структуру ССБВОП образуют:

– национальный орган – Госстандарт России;

– центральный орган по сертификации безопасности взрывоопасных производств – Госкомоборонпром России;

– совет системы;

– рабочий орган, осуществляющий рабочие функции центрального органа;

– орган по сертификации безопасности взрывоопасных производств (сертифицирует взрывоопасные производства в рамках области аккредитации и создается при необходимости);

– Центр по обучению экспертов системы;

– Межотраслевой научно-производственный центр, являющийся научно-техническим и методическим центром в системе, участвующий в работах по аккредитации сертификационных лабораторий, аттестации экспертов, инспекционному контролю, подготовке заключений для выдачи сертификатов безопасности взрывоопасных производств;

– сертификационные лаборатории.

Сертификат безопасности выдает Центральный орган ССБВОП при положительном заключении Межотраслевого научно-производственного центра.

Инспекционный контроль за сертификационными взрывоопасными производствами предприятий оборонных отраслей промышленности аккредитованные сертификационные лаборатории осуществляют не менее 1 раза в год в течение всего срока действия сертификата безопасности (3 года с момента регистрации). Его действие может быть аннулировано или приостановлено по разрешению центрального органа, выдавшего сертификат безопасности.

ССБВОП, содержащий также порядок оценки экологической безопасности производств, использующих взрывоопасные технологии, предоставляет право предприятиям на проведение (по правилам данной системы) сертификации безопасности, получения материалов и изделий, обладающих пожароопасными и взрывчатыми свойствами.

Страхование, сертификация безопасности, лицензирование – эффективные государственные (социальные) средства в обеспечении безопасности эксплуатации взрывоопасных производств.

15.6. Экспертиза технического состояния оборудования

Комплексному обследованию и экспертизе технического состояния оборудования, работающего под давлением, предшествовали лабораторные исследования процессов усталостного разрушения образцов, изготовленных из наиболее распространенных при производстве аппаратов из сталей. При этом предпринята попытка создания акустико-эмиссионной (АЭ) модели усталостного разрушения образцов с возможностью прогнозировать остаточный ресурс. Экспериментальная работа проводилась как на образцах, изготовленных из новых стальных отливок или проката, так и на заготовках, вырезанных из аварийных аппаратов и трубопроводов.

Полученные обобщенные результаты использованы при составлении методики АЭ контроля сосудов и аппаратов, работающих под давлением, и методики АЭ контроля трубопроводов, работающих под давлением, и применяются при анализе АЭ информации, зарегистрированной при диагностическом контроле пневмогидроиспытаний реальных объектов.

В настоящее время различными отраслевыми институтами, такими как ГИАП, НИИХИММАШ, ВНИКТИ нефтехимоборудования, разработан ряд достаточно подробных методик и инструкций по диагностированию технического состояния сосудов и аппаратов, отслуживших нормативные сроки, которые могут быть методической базой для других организаций, работающих в данной области. Сейчас складывается ситуация, когда согласованные с Госгортехнадзором России методики в отдельных пунктах противоречат Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (далее Правила), и Правилам устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. Так, положение некоторых методических разработок о возможности переноса срока внутреннего осмотра, а для некоторых аппаратов – замены его

пневмоиспытаниями с АЭ контролем, не согласуется с соответствующим разделом Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Много спорных вопросов связано с выбором испытательного давления при проведении пневмоиспытаний с АЭ контролем. При этом не учитывается тот факт, что пневмоиспытания проводятся при контроле акустико-эмиссионным методом, позволяющим выявить развивающиеся в металле дефекты на более низких стадиях нагрузки, чем пробное давление, определяемое согласно п. 4.6.3 Правил. В случае контролируемого испытания с помощью АЭ метода не всегда оправданно перегружать аппараты пробным давлением. Надо дать возможность устанавливать испытательное давление на усмотрение лица, ответственного за проведение испытаний, но не ниже нормированного по температуре эксплуатации и указанного в паспорте рабочего давления, и не выше пробного, определяемого пунктами 4.6.3-4.6.5 Правил. Такие положения есть во многих известных методиках АЭ контроля, но они не имеют фактически законной силы до тех пор, пока соответствующие изменения не будут внесены в Правила.

В ряде методик и инструкций, написанных для конкретного вида оборудования, вообще не предполагается применение метода акустической эмиссии для проверки металла на наличие развивающихся дефектов лишь потому, что в момент разработки инструкции авторы не владели этим методом. Положение таких инструкций о контроле сварных швов методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) в объеме 100 % чаще всего невыполнимо или соблюдается количество в ущерб качеству. Проведение АЭ контроля, предшествующего УЗД, могло бы сократить объем как подготовительной работы по зачистке поверхности и демонтажу и восстановлению наружной изоляции, так и сконцентрировать внимание специалиста по УЗ дефектоскопии на проверке выявленных при АЭ контроля зон.

Еще сложней складывается ситуация с трубопроводами. Действующие Правила не предписывают в случае замены гидравлических испытаний пневматическими для обеспечения безопасности этих испытаний проводить АЭ контроль. По-прежнему при проведении ревизии трубопроводов главенствующую роль играет субъективный фактор: опыт и интуиция лиц, выполняющих ревизию. Игнорируется такой метод, как метод акустической эмиссии, способный выявить участки трубопровода, наиболее подверженные коррозии, сварные стыки, в которых развиваются усталостные трещины.

Настало время объединенными усилиями заинтересованных организаций под эгидой Госгортехнадзора России выпустить единый Руководящий документ (РД), который объединил бы в себе многочисленные методики и инструкции и был бы согласован с действующими Правилами по основным принципиальным вопросам. В данном документе должна быть приведена программа работ, отдельные пункты которой дополняются конкретным содержанием исполнителем работ в зависимости от особенностей

обследуемого объекта, сформулированы единые требования к форме представления результатов обследования.

Выработка единых требований к качеству работы, форме представления результатов и обязательность выполнения их всеми организациями, проводившими диагностирование и экспертизу промышленных объектов, повысит ответственность исполнителей и позволит избежать ситуации, когда за выполнение работы берутся организации, не имеющие возможности реализовать требования нормативного документа.

Перечень поднадзорной продукции для потенциально опасных производств, объектов и работ, подлежащей сертификации в законодательно регулируемой сфере:

– подъемные сооружения (краны, лифты, эскалаторы, подвесные канатные дороги и др.);

– объекты котлонадзора (котлы, сосуды, работающие под давлением, трубопроводы пара и горячей воды);

– взрывозащищенное и рудничное электрооборудование;

– горно-шахтное оборудование повышенной опасности;

– оборудование и приборы, используемые при выполнении взрывных работ в промышленных целях; взрывчатые материалы промышленного назначения;

– оборудование нефтегазопродуктопроводов, газоснабжения производственных и жилых объектов;

– нефтегазопромысловое оборудование;

– буровое оборудование;

– геологоразведочное оборудование;

– оборудование химических, нефтехимических, а также нефтегазоперерабатывающих производств и объектов;

– оборудование для производств и объектов по хранению и переработке зерна;

– оборудование металлургических производств (машины для разливки металлов и сплавов, плавильные электропечи и др.).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сертификация товаров и услуг?
2. Как сертификация влияет на безопасность?
3. Что такое сертификация рабочих мест на производстве?
4. Что такое добровольная сертификация?
5. Имеет ли право Госстандарт делегировать свои полномочия другим государственным органам?
6. Назовите основные объекты сертификации.
7. Как понимать принцип «третьей стороны» при сертификации?
8. В чем состоит специфика сертификации потенциально опасных производств?

9. Могут ли изменяться требования к сертифицируемым производственным процессам и продуктам?

Глава 16

ДЕКЛАРИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Происходящие в стране изменения, сопровождающиеся ростом относительных показателей аварийности и травматизма на производстве, потребовали от органов власти принятия новых эффективных мер в области регулирования промышленной безопасности. Одна из таких мер – введение Госгортехнадзором России лицензирования опасных производств. Однако зависимость получения разрешения на деятельность от выполнения определенных условий, устанавливаемых при выдаче лицензий, хотя и вынуждает предприятия более строго придерживаться правил и норм промышленной безопасности, но еще не ставит перед ними цели снижения риска возникновения аварий и катастроф. Один из путей достижения этой цели – анализ опасностей производства, разработка на этой основе рекомендаций по снижению риска и принятию решений по их выполнению. Активизации именно этой деятельности предприятий служит процедура декларирования безопасности промышленных производств. Более того, декларирование безопасности позволяет систематизировать информацию об обеспечении промышленной безопасности на предприятии и принимать обоснованные решения по снижению риска техногенных катастроф в регионе. Эффективность этой меры подтверждается ее широким применением в других странах с высокой техногенной нагрузкой на территориях.

Эффективный и широко применяемый на практике в Европейском сообществе элемент государственного регулирования промышленной безопасности – процедура ее декларирования, регламентированная Международной организацией труда в Конвенции № 174 «О предотвращении крупных промышленных аварий» (1993). В соответствии с этой процедурой руководство каждого опасного предприятия (объекта, установки) должно представлять в органы власти декларацию безопасности (Safety Report) – единый документ, объединяющий вопросы идентификации и оценки основных опасностей и обоснования принятых мер по безопасной эксплуатации промышленного объекта, а также мер на случай аварий. С 1993 г. по инициативе Госгортехнадзора России начато активное внедрение процедуры декларирования безопасности в России.

Практика показывает, что наличия законодательного акта недостаточно для внедрения в жизнь новой процедуры. Необходимо разработать целый ряд подзаконных актов и нормативов, апробировать их в локальном масштабе для конкретных условий. Поэтому Правительство Москвы поддержало инициативу Госгортехнадзора России о проведении эксперимента по декларированию ряда объектов и распоряжением мэра от 21.3.94 г. № 125-РМ «О декларации безопасности промышленного объекта Москвы» с 1 апреля 1994 г. для десяти промышленных предприятий, имеющих токсические

взрыво- и пожароопасные объекты, ввело обязательное представление деклараций безопасности. В качестве нормативной основы процедуры декларирования безопасности распоряжением мэра было утверждено Временное положение о декларации безопасности промышленного объекта Москвы.

Для оперативного контроля и управления проведением эксперимента по внедрению декларирования безопасности под руководством Департамента промышленности Правительства Москвы был образован Координационный совет, в который вошли представители Госгортехнадзора России, Управления по делам ГОЧС Москвы, НТЦ «Промышленная безопасность».

В ходе эксперимента наработан практический опыт декларирования безопасности промышленных объектов Москвы. Разработаны декларации безопасности 11 опасных промышленных объектов:

Декларации разрабатывались предприятиями самостоятельно или с привлечением организаций, имеющих лицензии Госгортехнадзора России на проведение экспертизы безопасности промышленного производства (НТЦ «Промышленная безопасность» и др.), принимали участие специалисты декларируемых предприятий, МГО, ВНИИГАЗа, органов Госгортехнадзора и др.

По окончании эксперимента, с целью установления полноты, достоверности и правильности информации, представленной в декларации безопасности, проведена экспертиза разработанных деклараций, которая показала, что в целом представленные материалы соответствуют требованиям Временного положения о декларации безопасности промышленного объекта Москвы. Наибольшую трудность встретила разработка раздела «Анализ опасностей и рисков», что объясняется недостаточной нормативно-методической базой и отсутствием соответствующего опыта у разработчиков декларации безопасности.

В ходе эксперимента разработаны основы нормативно-правовой базы, необходимой для процедуры декларирования безопасности. Разработаны первые редакции трех нормативных документов:

– Положение о декларации безопасности промышленного объекта Москвы;

– Методические указания по разработке декларации безопасности промышленного объекта Москвы;

– Методические указания по экспертизе декларации безопасности промышленного объекта Москвы.

Проведена апробация указанных документов на практике, учтены замечания специалистов в области промышленной безопасности, проведена их доработка.

Одним из шагов законодательного внедрения декларирования безопасности на федеральном уровне является принятое 01.07.95 г. по инициативе МЧС России и Госгортехнадзора России Постановление Правительства Российской Федерации № 675 «О декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации». Этим Постановлением

МЧС России и Госгортехнадзору предписано определить порядок и обеспечить практическое внедрение процедуры декларирования безопасности.

МЧС России совместно с Госгортехнадзором был разработан план внедрения системы декларирования и Временные требования к идентификации объектов, деятельность которых связана с повышенной опасностью (определен перечень опасных веществ на объекте и их предельное количество).

Приказом Госгортехнадзора от 3 октября 1995 г. № 157 предписано всем работникам Госгортехнадзора России при осуществлении лицензионной деятельности требовать от предприятий, эксплуатирующих промышленные объекты, попадающие под действие Временных требований к идентификации объектов, деятельность которых связана с промышленной опасностью, обязательного предоставления декларации безопасности.

Один из эффективных элементов комплекса мероприятий по обеспечению безопасности людей и защиты окружающей среды в Российской Федерации – принципиально новый для отечественной практики подход, связанный с введением процедуры декларирования безопасности промышленных объектов. Последнее призвано повысить уровень обеспечения безопасности проектируемых и действующих промышленных объектов, ответственность предприятий, эффективно использовать новые, апробированные мировым сообществом методы регулирования промышленной безопасности, улучшить информирование властей, специально уполномоченных органов, населения и общественности об опасностях промышленных объектов, способствовать предотвращению крупных промышленных аварий.

В ст. 25 Федерального закона «О промышленной безопасности», принятого Государственной Думой РФ 20.06.1997 г., сказано, что «для обоснования безопасности проекта особо опасного промышленного объекта или действующего особо опасного объекта, определения характера и масштабов опасности на нем, выработки организационных, технических и иных мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и предупреждению аварий, регламентации действий персонала в аварийных условиях, предприятием обеспечивается подготовка декларации безопасности промышленного объекта».

В настоящее время действуют следующие документы, регламентирующие процедуру декларирования безопасности:

– Положение о декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.95 № 675);

– Временное руководство по организации работы территориальных подсистем РСЧС в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (утверждено приказом министра

Российской Федерации по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий от 15.08.95 № 569);

– Временные требования к идентификации объектов, связанные с повышенной опасностью (утверждены 14.09.95 министром РФ МЧС и председателем Федерального горного и промышленного надзора России).

Кроме того, необходимо учитывать действующие в смежной области регулирования вопросов обеспечения предупреждения чрезвычайных ситуаций и промышленной безопасности нормативные акты:

– Указ Президента Российской Федерации от 19 августа 1993 года № 1267 «Об особенностях приватизации и дополнительных мерах государственного регулирования деятельности предприятий оборонных отраслей промышленности».

– Постановление Правительства Российской Федерации от 21 марта 1994 года № 223 «О сертификации безопасности промышленных и опытно-экспериментальных объектов предприятий и организаций оборонных отраслей промышленности, использующих экологически вредные и взрывоопасные технологии».

– Система сертификации безопасности взрывоопасных производств РОС РУ 001.01. ПВ 00.

Практическое внедрение процедуры декларирования безопасности должно быть подкреплено нормативной базой, устанавливающей порядок разработки декларации безопасности, требования к которой в общем виде определены в «Положении о декларации безопасности...», однако ряд вопросов остался нерешенным. К ним относятся прежде всего вопросы идентификации особо опасных промышленных объектов, порядок формирования перечня декларируемых объектов на территории Российской Федерации, требования к структуре и структурным элементам декларации безопасности, к разработке декларации безопасности для проектируемого и действующего промышленного объекта, особенности декларирования гидротехнических сооружений, объектов Миноборонпрома России и др.

Пункт 5 «Положения о декларации безопасности...» МЧС России и Госгортехнадзору России предписывает по согласованию с заинтересованными министерствами и ведомствами определить порядок разработки и экспертизы декларации безопасности.

«Порядок разработки декларации...» носит межотраслевой характер и распространяется на все виды деятельности в промышленности независимо от форм собственности.

«Порядок разработки декларации...» обязателен в практической работе и предназначен для руководящего звена и специалистов:

– местных исполнительных органов власти;

– федеральных органов исполнительной власти в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и промышленной безопасности;

– организаций в составе РСЧС;

– предприятий, имеющих в своем составе промышленные объекты повышенной опасности;

– предприятий, проектирующих промышленные объекты повышенной опасности;

– предприятий, проектирующих (разрабатывающих) технологические процессы для промышленного производства.

Утвержденный «Порядок разработки декларации...» – основной организационно-методический документ в системе нормативных и методических документов, регламентирующих процедуру декларирования безопасности в России. Он определяет:

– основные принципы идентификации промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности;

– принципы формирования и утверждения перечня промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности;

– типовую структуру и состав разделов и приложений декларации безопасности;

– требования к включенным в декларацию безопасности данным;

– порядок разработки, утверждения и представления декларации;

– порядок уточнения и пересмотра декларации безопасности;

– особенности разработки декларации безопасности для проектируемого промышленного объекта;

– особенности разработки декларации безопасности для действующего промышленного объекта на этапах его ввода в эксплуатацию, эксплуатации, вывода из эксплуатации;

– особенности декларирования безопасности гидротехнических сооружений.

Применение «Порядка...» позволит установить единые принципы разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации независимо от его ведомственной принадлежности и организационно-правовой формы с учетом объективных критериев опасности осуществления промышленной деятельности, полноты решения вопросов обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

На базе Приказа № 222/59 могут быть разработаны ведомственные нормативы, уточняющие специфику декларирования промышленных объектов различных отраслей экономики.

На базе указанных временных требований, основанных на базовых принципах, изложенных в Конвенции ООН «О трансграничном воздействии промышленных аварий», субъектами Российской Федерации по согласованию с региональными органами МЧС России и Госгортехнадзора России представляются перечни промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности. На основе систематизации и анализа представленных сведений готовится и утверждается МЧС России и

Госгортехнадзором России Перечень промышленных объектов Российской Федерации с повышенной опасностью, подлежащих декларированию в текущем году.

Декларация разрабатывается для проектируемых и действующих объектов и должна характеризовать безопасность промышленного производства на этапах:

– проектирования промышленного объекта;

– ввода в эксплуатацию;

– эксплуатации;

– реконструкции;

– вывода из эксплуатации.

16.1. Идентификация особо опасных производств

Декларированию безопасности подлежат проектируемые и действующие:

– промышленные объекты, имеющие в составе особо опасные производства;

– гидротехнические сооружения, хвостохранилища и шламонакопители I, II, III классов, на которых возможны гидродинамические аварии.

Критерии отнесения к особо опасным производствам:

– величина пороговых количеств потенциально опасных веществ, определенных для конкретных веществ или различных категорий веществ;

– количество потенциально опасного вещества, обращающегося на промышленном объекте.

Величины пороговых количеств различных категорий веществ приводятся в приложениях к «Порядку разработки декларации...».

По инициативе органа исполнительной власти субъекта РФ по согласованию с управлениями по делам ГО ЧС и региональными органами Госгортехнадзора России, а также по совместному решению МЧС и Госгортехнадзора пороговые количества могут быть изменены (уменьшены).

Это возможно в случаях, если:

– расстояние от промышленного объекта до селитебной зоны менее 500 м;

– рядом с объектом находятся места массового сосредоточения людей;

– на расстоянии менее 500 м находятся транспортные развязки и др.

– имеются другие территориальные особенности, влияющие на безопасность.

Руководитель организации обеспечивает идентификацию особо опасных производств, входящих в состав промышленного объекта.

В случае идентификации на промышленном объекте одного или более особо опасных производств руководитель организации представляет сведения об этом объекте в управления по делам ГО ЧС и региональные органы Госгортехнадзора России, вышестоящую организацию, министерство или

ведомство (при наличии) и орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, на территории которого находится промышленный объект.

Управления ГОЧС и региональные органы Госгортехнадзора России ежегодно представляют своим центральным аппаратам обобщенную информацию для включения в перечень промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности.

МЧС России совместно с Госгортехнадзором на основе сведений, представленных управлениями ГОЧС, а также предложений субъектов Российской Федерации формируют и ежегодно утверждают перечень промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности.

16.2. Структура декларации безопасности промышленного объекта

Декларация безопасности промышленного объекта включает:

– титульный лист;

– аннотацию;

– оглавление;

– общую информацию;

– анализ безопасности промышленного объекта;

– обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– информирование общественности.

Приложения:

– ситуационный план объекта;

– информационный лист;

– сведения о выводе объекта (производства) из эксплуатации.

Титульный лист включает: регистрационный номер декларации безопасности; гриф утверждения декларации безопасности; наименование декларации.

Аннотация содержит сведения о разработчиках декларации безопасности; краткое изложение основных разделов декларации безопасности с обязательным указанием основных опасностей.

Оглавление включает наименование всех разделов и приложений с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы декларации безопасности.

Общая информация включает общие сведения о промышленном объекте, общие меры безопасности.

Анализ безопасности промышленного объекта содержит данные о технологии и аппаратурном оформлении; анализ опасностей и риска; меры по обеспечению безопасности и противоаварийной устойчивости.

Обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций содержит описание системы оповещения

о чрезвычайных ситуациях; описание средств и мероприятий по защите людей; порядок организации медицинского обеспечения.

Информирование общественности содержит порядок информирования населения и органа местного самоуправления, на территории которого находится промышленный объект, о прогнозируемых и возникших на промышленном объекте чрезвычайных ситуациях; порядок представления информации, содержащейся в декларации безопасности.

Ситуационный план содержит обозначения промплощадки объекта с экспликацией зданий и сооружений с указанием количества работающих; организаций, населенных пунктов, мест массового скопления людей (больниц, детских дошкольных учреждений, школ, жилых домов, стадионов, кинотеатров, вокзалов, аэропортов и др.), находящихся в зоне действия поражающих факторов в случае возможной аварии; зон возможного поражения.

Информационный лист может предоставляться отдельно от декларации по запросам граждан и общественных организаций и содержит наименование организации; сведения о лице, ответственном за информирование; краткое описание производственной деятельности; перечень и характеристики опасных веществ; краткую информацию о возможных авариях и их последствиях; информацию о способах оповещения; сведения о дополнительных источниках информации.

16.3. Разработка, утверждение и представление декларации безопасности

Декларация разрабатывается объектом с привлечением государственных контрольных и надзорных органов, а также других организаций, имеющих лицензию на проведение экспертизы безопасности промышленных производств.

Для проектируемого промышленного объекта декларация утверждается заказчиком проекта, для действующего – руководителем организации.

Лицо, утвердившее декларацию безопасности, несет ответственность за полноту и достоверность представленной в ней информации.

Первый экземпляр утвержденной декларации хранится в организации, утвердившей декларацию.

Декларация безопасности представляется в соответствующее управление по делам ГОЧС, соответствующий региональный орган Госгортехнадзора России, МЧС России, Госгортехнадзор России и орган местного самоуправления, на территории которого расположен декларируемый промышленный объект. Декларация представляется в сброшюрованном виде с экспертным заключением.

Декларация для действующего промышленного объекта является обязательным документом, который представляется в органы Госгортехнадзора России при получении лицензии на осуществление

промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производства.

МЧС России и Госгортехнадзор России ведут компьютерные банки данных о промышленных объектах, подлежащих декларированию безопасности, анализируют ход выполнения процедуры декларирования безопасности на территории Российской Федерации.

МЧС России с участием Госгортехнадзора России организует анализ хода проведения декларирования безопасности для включения его в ежегодный Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от ЧС природного и техногенного характера.

Пересмотр декларации безопасности выполняется в случаях:

– изменения условий, влияющих на обеспечение промышленной безопасности, локализации и ликвидации ЧС и защиты населения и территорий от ЧС в срок не позднее 6 месяцев;

– изменения действующих требований (правил и норм) в области промышленной безопасности, локализации и ликвидации ЧС и защиты населения и территорий от ЧС в срок на позднее 1 года;

– совместного решения МЧС России и Госгортехнадзора России в сроки, принятые этими решениями;

– не реже 1 раза в 5 лет.

Пунктом 2.18 «Положения о порядке выдачи специальных разрешений (лицензий) на виды деятельности, связанные с повышенной опасностью промышленных производств (объектов) и работ, а также с обеспечением безопасности при пользовании недрами», утвержденного Постановлением Госгортехнадзора России № 20 от 03.07.93 г., установлено, что при изменении вида лицензируемой деятельности или организационно-правовой формы предприятия производится перерегистрация лицензий, т. е. оформляются новые лицензии. (Территориальные органы управления должны следить за соответствием промышленной деятельности оговоренной в лицензии).

С введением с 1 января 1995 года ч. 1 нового Гражданского кодекса Российской Федерации, а также Федерального закона «Об акционерных обществах» № 20 от 26.12.95 г. многие предприятия и организации обязаны привести свои уставы в соответствие с новым законодательством, поскольку у них изменились организационно-правовые формы. Это – основание для переоформления лицензий.

16.4. Особые требования к декларации безопасности для проектируемого объекта

В состав раздела «Общая информация при описании общих сведений о промышленном объекте» не включаются данные о наименовании и адресе организации, в которой застрахован объект, вид страхования и порядок возмещения ущерба. Дополнительно включаются сведения об использовании

в проекте отчетов по изысканиям в части сейсмичности района площадки строительства, характеристик грунтов, природно-климатических и других внешних воздействий. При описании общих мер безопасности дополнительно включается обоснование численности производственного персонала, персонала технического надзора, противоаварийных сил и аварийно-спасательных служб, с учетом возможности ликвидации последствий аварии.

В состав раздела «Анализ безопасности промышленного объекта» в данные о технологии и аппаратурном оформлении дополнительно включаются:

– обоснование рационального размещения оборудования и помещений, с учетом: соблюдения разрывов между секциями, производствами, местами хранения взрывопожароопасных и химически опасных веществ; правильности размещения административных, вспомогательных и производственных помещений, пунктов управления технологическим процессом; достаточности условий, обеспечивающих проведение ремонтных и аварийных работ, проведение эвакуации обслуживающего персонала;

– обоснование выбора строительных конструкций с учетом: стойкости к воздействию поражающих факторов, возникающих при чрезвычайных ситуациях техногенного характера, работы в условиях вибрации и циклических нагрузок, обеспечения устойчивости помещений пунктов управления технологическим процессом;

– обоснование рационального выбора технологических систем и технических решений с учетом: снижения возможных уровней взрывоопасности входящих блоков путем разделения технологических операций на ряд процессов или стадий либо совмещения нескольких процессов в одну технологическую операцию; введения дополнительных процессов или стадий с целью предотвращения образования взрывоопасной среды;

– оценка и описание процесса, факторов, влияющих на его протекание; рациональность подбора взаимодействующих компонентов, исходя из условий предупреждения образования взрывопожароопасных смесей и снижения уровня взрывоопасности процесса; данных о тепловых эффектах реакций, в том числе с учетом масштабных факторов при переходе от лабораторного и опытного оборудования к промышленному; эффективности рекомендуемых в проекте методов и средств предотвращения образования осадков, смол, опасных примесей с учетом способов их удаления.

При описании технических решений, направленных на обеспечение безопасности дополнительно включаются:

– принятые в проекте решения по защите оборудования от разрушений и коррозии, ограничению выбросов в атмосферу взрывопожароопасных и химически опасных веществ;

– обоснование принятых в проекте решений по бесперебойному энергообеспечению технологического процесса;

– обоснование принятых в проекте решений по безопасности при транспортировке сырья, готовой продукции и их безопасному хранению.

При анализе опасностей и риска не включаются сведения об авариях и неполадках, имевших место на данном особо опасном производстве.

В состав приложений к декларации безопасности не включается Информационный лист.

16.5. Особые требования к декларации безопасности для действующего объекта

Декларация безопасности для действующего промышленного объекта является обязательным документом, предъявляемым в органы Госгортехнадзора России при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производства.

Декларация безопасности для действующего объекта разрабатывается на основе декларации безопасности, подготовленной в составе проекта.

Декларация безопасности для вводимого в эксплуатацию промышленного объекта имеет особенности составления раздела «Общая информация». В описание общих мер безопасности дополнительно включаются:

– сведения о реализации проектных решений для каждого особо опасного производства;

– сведения о приемке особо опасного производства в эксплуатацию.

Сведения о реализации проектных решений содержат:

– перечень согласованных с проектной организацией и внесенных в проект изменений, произведенных в процессе строительства промышленного объекта и влияющих на обеспечение безопасности;

– подтверждение соответствия технических решений, принятых при строительстве промышленного объекта, проектным решениям и действующим нормам и правилам в области промышленной безопасности, локализации и ликвидации ЧС, защиты населения и территорий от ЧС.

Сведения о приемке потенциально опасного производства в эксплуатацию содержат:

– данные о проверке и проведении комплексного испытания основного технологического оборудования, систем автоматического контроля, управления и автоматической противоаварийной защиты, систем противопожарной защиты, систем связи, аварийной сигнализации, оповещения;

– перечень актов испытания строительных конструкций, основного технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики, систем энергоснабжения, систем вентиляции, систем противопожарной сигнализации, систем аварийного оповещения;

– перечень разработанной и утвержденной в установленном порядке технической документации, включая технологический регламент, пусковые инструкции, инструкции по рабочим местам, инструкции по технике безопасности и противопожарной безопасности и др.

Декларация безопасности для действующего объекта на этапе эксплуатации имеет особенности составления раздела «Общая информация» – при описании общих мер безопасности дополнительно включаются:

– данные о выполнении разработанных мероприятий по предупреждению аварий с учетом анализа основных причин, имевших место на промышленном объекте аварий и катастроф, сопровождаемых взрывами, пожарами или выбросами в атмосферу опасных веществ;

– сведения о соблюдении допуска к работе персонала с указанием регулярности проверки знаний норм и правил промышленной безопасности, а также сведения о системе аттестации лиц, ответственных за организацию и проведение работ повышенной опасности, в т. ч. перечень аттестуемых должностей, регулярность аттестации, сведения об аттестационных комиссиях;

– сведения о выполнении мероприятий по повышению безопасности, предусмотренных вновь введенными нормами и правилами в области промышленной безопасности, федеральными и целевыми программами в сфере промышленной безопасности, приказами организации, в состав которой входит объект, или вышестоящей организации.

16.6. Особые требования к декларации выводимого из эксплуатации объекта

Декларация безопасности при выводе из эксплуатации промышленного объекта дополнительно включает приложение «Сведения о выводе промышленного объекта (особо опасного производства) из эксплуатации», которое содержит:

– обоснование безопасного вывода из эксплуатации;

– информацию о решении, на основе которого производится вывод из эксплуатации;

– сведения о наличии разработанного и согласованного с соответствующим управлением по делам ГО ЧС и региональным органом Госгортехнадзора России плана вывода из эксплуатации объекта.

16.7. Особые требования к декларации безопасности гидротехнических сооружений, хвостохранилищ и шламонакопителей

В состав раздела «Общая информация при описании месторасположения объекта» дополнительно включаются:

– гидрологические и инженерно-геологические условия района расположения гидротехнического сооружения, хвостохранилища или шламонакопителя (далее – сооружение);

– границы зоны затопления в случае гидродинамической аварии.

В состав общих мер безопасности дополнительно включаются сведения о соответствии на момент составления Декларации параметров сооружения проектным.

В раздел «Анализ безопасности промышленного объекта» включаются:

– определение соответствия фактических объемов и состава складируемых отходов и жидкостей проектным;

– описание геологических и гидрогеологических особенностей основания;

– сейсмологическая характеристика створа сооружения;

– перечень контролируемых параметров состояния сооружения и их фактические показатели по отношению к предельнодопустимым;

– результаты анализа контрольных и натурных наблюдений за состоянием сооружения;

– сведения об имевших место во время эксплуатации авариях и отклонениях от технологического регламента;

– анализ условий возникновения и развития гидродинамических аварий;

– оценка риска гидродинамических аварий и чрезвычайных ситуаций;

– блок-схема анализа вероятных сценариев возникновения и развития гидродинамических аварий;

– описание технических решений обеспечения устойчивости сооружения;

– сведения о выполнении мероприятий по результатам экспертных оценок состояния сооружения (включая мероприятия по защите от подтопления, заболачивания территории за пределами сооружения).

В качестве приложений к декларации безопасности приводят:

– план размещения сооружения и прилегающих территорий, попадающих в зону затопления в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;

– характерные поперечные разрезы ограждающих дамб.

16.8. Организация проведения декларирования потенциально опасного объекта

В соответствии с требованиями рассмотренных выше документов на территориальные органы управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций возложены задачи по определению перечня опасных производств и объектов, сбор информации по вопросам безопасности объектов экономики, контроль за ходом декларирования безопасности потенциально опасных объектов, участие в

лицензировании деятельности промышленных производств, оговоренных приказом МЧС.

Однако уже первые шаги на пути разработки деклараций безопасности промышленных объектов показали целый набор узких мест в нормативно-правовой базе, призванной обеспечить выполнение Постановления Правительства РФ и Приказы МЧС.

В документах декларации безопасности недостаточно отражаются вопросы, рассматриваемые управлениями ГОЧС, что приводит к созданию ряда по сути параллельных документов, лишь дополняющих друг друга. Не учтены единые в системе ГО и действующие сегодня формы других отчетных документов. В Порядке разработки декларации безопасности отражены в большей степени вопросы, подведомственные Госгортехнадзору России, в то время как реальную ответственность за состояние дел в вопросах безопасности и защиты населения на подведомственной территории будет нести соответствующее управление ГОЧС. Сегодня не определены рамки взаимодействия органов Госнадзора и территориальных управлений ГОЧС, что на практике приводит к трениям и неувязкам.

Необходимо отметить, что показатели и параметры, представленные в декларациях безопасности, удобно использовать как в повседневной деятельности ОУ РСЧС, планировании действий ОУ в ЧС, организации взаимодействия ОУ ведомственных и территориальных, так и в ЧС при организации и проведении спасательных и других неотложных работ в районах чрезвычайных ситуаций. При этом наиболее эффективным представляется использование заявленной в декларации безопасности информации в составе Информационно-справочных компьютерных систем, объединенных в локальные либо глобальные компьютерные вычислительные сети. Такой подход обеспечивает быстрый поиск и оценку необходимой информации, прогнозирование обстановки, планирование действий территориальных органов управления, т. е. дает возможность оперативно готовить справочную информацию, разрабатывать на основе обобщенного материала Паспорт территорий, План действий ОУ территориальных подсистем РСЧС в ЧС и соответствующие нормативным документам МЧС-донесения. При соответствующем и правомерном (допускаемым настоящим Приказом МЧС № 569) дополнении показателей в Декларации такой подход удобен, оригинален и позволяет оперативно решать задачи РСЧС.

Одним из разделов декларации безопасности должен быть План действий органов управления объекта в чрезвычайных ситуациях. В данном случае это не просто набор упорядоченной информации в виде план-графика проведения мероприятий в ЧС на объекте с указанием сроков их проведения и привлекаемых сил и средств. Это документ, имеющий юридическую силу и позволяющий призвать к ответственности должностных лиц объектовой ЧС за срыв или несвоевременное выполнение запланированных мероприятий на рассматриваемом объекте. Территориальные органы в этом случае могут

проконтролировать действия объектовых служб в ЧС и при необходимости вмешаться в их деятельность.

В соответствии с требованиями Временного руководства по организации работы территориальных подсистем РСЧС в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (Приказ МЧС №569 от 15.08.95 г.) территориальные ОУ привлекаются к работе по декларированию безопасности и лицензированию деятельности промышленных объектов на всех этапах существования последних.

16.9. Экспертиза декларации промышленной безопасности

Составной частью работы по обеспечению промышленной безопасности является экспертиза декларации безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных органам Госгортехнадзора. Такая экспертная деятельность проводится на этапах утверждения проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта. Также экспертизе подвергается декларация безопасности действующего объекта.

Порядок экспертизы декларации объектов осуществляется в соответствии с Правилами экспертизы декларации промышленной безопасности. Последние обязательны для организаций, осуществляющих экспертную деятельность, а также для учреждений, проектирующих и эксплуатирующих опасные производственные объекты.

Правила экспертизы разработаны в соответствии:

– с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.97 г. (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588);

– Постановлением Правительства Российской Федерации № 779 от 17.07.98 г. «О федеральном органе исполнительной власти, специально уполномоченном в области промышленной безопасности» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1998, № 30, ст. 3775);

– Постановлением Правительства Российской Федерации № 526 от 11.05.99 г. об утверждении Правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, № 20, ст. 2445);

– Правилами проведения экспертизы промышленной безопасности, утвержденными Постановлением Госгортехнадзора России № 64 от 06.11.98 (ПБ 03-246-98) и зарегистрированными Минстроем России 08.12.98 № 1656.

Объектом экспертизы является декларация вместе с приложениями – расчетно-пояснительной запиской, информационным листом. Экспертиза проводится с целью установления:

– соответствия полноты и достоверности информации, представленной в декларации, требованиям промышленной безопасности;

– обоснованности результатов анализа риска аварий на опасном производственном объекте, изложенных в декларации;

– достаточности разработанных и (или) реализованных мер по обеспечению требований промышленной безопасности.

Экспертизу декларации должна проводить организация, имеющая лицензию Госгортехнадзора России на проведение экспертизы декларации промышленной безопасности и не участвующая в разработке рассматриваемой декларации и приложений к ней.

Процесс экспертизы декларации определяется Правилами проведения экспертизы промышленной безопасности, утвержденными постановлением Госгортехнадзора России № 64 от 06.11.98 г.

Результатом проведения экспертизы является заключение экспертизы.

Заключение экспертизы должно быть конкретным, объективным, аргументированным и доказательным. Формулировки выводов должны иметь однозначное толкование.

Замечания к декларации, выявленные по результатам экспертизы, должны сопровождаться ссылками на требования норм и правил промышленной безопасности. Результаты проведенной экспертизы должны содержать оценку каждого структурного элемента декларации и приложений к ней с указанием наименования и номера структурного элемента.

При оценке соответствия полноты и достоверности информации, представленной в декларации, требованиям промышленной безопасности необходимо учитывать требования к составу и содержанию сведений, которые должны представляться в декларации, а также фактическое состояние промышленной безопасности декларируемого объекта.

При оценке обоснованности результатов анализа риска аварий необходимо учитывать:

– обоснованность применяемых физико-математических моделей и использованных методов расчета;

– правильность и достоверность выполненных расчетов по анализу риска, а также полноту учета всех факторов, влияющих на конечные результаты;

– вероятность реализации принятых сценариев аварий и возможность выхода поражающих факторов этих аварий за границу санитарно-защитной (или охранной) зоны опасного производственного объекта, а также последствий воздействия поражающих факторов на население, другие объекты, окружающую природную среду;

– достаточность мер предотвращения постороннего вмешательства в деятельность опасного производственного объекта, а также противодействия возможным террористическим актам.

Заключение экспертизы вместе с декларацией и приложениями к ней (информационный лист и расчетно-пояснительная записка) представляется заказчиком экспертизы для регистрации, рассмотрения и утверждения в центральный аппарат Госгортехнадзора России.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое декларация безопасности производственных объектов?
2. Для чего составляется декларация безопасности?
3. Для каких этапов работы промышленных предприятий составляется декларация безопасности?
4. Что такое «пороговые количества потенциально опасных производств»?
5. Что такое селитебная зона?
6. Какие разделы включает структура декларации безопасности?
7. Какие приложения включает декларация безопасности?
8. Как утверждается декларация безопасности?
9. В чем состоит специфика декларации безопасности для потенциально опасного объекта?
10. С какой целью проводится экспертиза декларации безопасности?

Глава 17

ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специфика предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера заключается, прежде всего, в обеспечении безаварийного функционирования объектов экономики, готовности предприятий и их специализированных аварийно-спасательных формирований к ликвидации последствий аварий и катастроф. Важным этапом в решении указанных проблем является лицензирование видов деятельности, связанных с повышенной опасностью промышленных производств (объектов), работ и перевозок.

Одним из направлений деятельности территориальных органов управления РСЧС по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера является их участие в лицензировании видов деятельности. Деятельность, связанная с проектированием потенциально опасных объектов промышленности и транспорта, их строительством (реконструкцией), вводом и выводом из эксплуатации, эксплуатацией на данной территории осуществляется только на основе лицензий.

Лицензия *(от латинского licentia – свобода, право)* есть разрешение, выдаваемое на ведение какого-либо вида деятельности.

То есть лицензия является документом, удостоверяющим право ее владельца на осуществление определенного вида деятельности на данной территории в течение установленного срока при соблюдении заранее оговоренных требований и условий.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.12.94 г. № 1418 утвержден «Порядок ведения лицензионной деятельности», определен «Перечень видов деятельности, на осуществление которых требуется лицензия, и органов, уполномоченных на ведение лицензионной деятельности» и «Перечень федеральных органов исполнительной власти, разрабатывающих проекты положений о лицензировании отдельных видов деятельности, осуществляемом органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации». Этим Постановлением определены правила ведения лицензионной деятельности в Российской Федерации.

В Российской Федерации отдельные виды деятельности осуществляются предприятиями, организациями и учреждениями независимо от организационно-правовой формы, а также физическими лицами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, на основании лицензии – специального разрешения органов, уполномоченных на ведение лицензионной деятельности.

Для получения лицензии заявитель представляет в органы, уполномоченные на ведение лицензионной деятельности:

– заявление о выдаче лицензии с указанием: для юридических лиц – наименования и организационно-правовой формы, юридического адреса, номера расчетного счета и соответствующего банка; для физических лиц – фамилии, имени, отчества, паспортных данных; видов деятельности; срока действия лицензии;

– копии учредительных документов, если они не заверены нотариусом – с предъявлением оригиналов;

– копию свидетельства о государственной регистрации предприятия;

– документ, подтверждающий оплату рассмотрения заявления;

– справку налогового органа о постановке на учет или свидетельство о регистрации физического лица в качестве предпринимателя со штампом налогового органа.

В зависимости от спецификации деятельности в Положении о лицензировании соответствующего вида деятельности может быть предусмотрено представление иных документов. Например, для получения лицензии на осуществление деятельности потенциально опасных объектов требуется представление Декларации безопасности.

Требовать от заявителя представления документов, не предусмотренных в Положении о лицензировании соответствующего вида деятельности, запрещается. Все документы, представляемые для получения лицензии, регистрируются органом, уполномоченным на ведение лицензионной деятельности.

Решения о выдаче или об отказе в выдаче лицензии принимается в течение 30 дней со дня получения заявления со всеми необходимыми документами. В случае необходимости проведения дополнительной, в т. ч. независимой, экспертизы решение принимается в 15-дневный срок после получения экспертного заключения, но не позднее 60 дней со дня подачи заявления. В отдельных случаях, в зависимости от сложности и объема подлежащих экспертизе материалов, срок принятия решения о выдаче или отказе в выдаче лицензии может быть дополнительно продлен до 30 дней.

Уведомление об отказе в выдаче лицензии представляется заявителю в письменном виде в 3-дневный срок после принятия соответствующего решения с указанием причин отказа.

Основанием для отказа в выдаче лицензии являются:

– наличие в документах, представленных заявителем, недостоверной или искаженной информации;

– отрицательное экспертное заключение, установившее несоответствие условиям, необходимым для осуществления соответствующего вида деятельности, и условиям безопасности.

Действие лицензии на осуществление промышленной и транспортной деятельности на данной территории (согласно Приказу МЧС России от 15.8.95 г. № 569) также может быть частично или полностью ограничено на основании результатов государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС в случаях:

– возникновения непосредственной угрозы жизни и здоровью населения, состоянию окружающей природной среды и порядка хозяйственной деятельности на территории, обусловленной данной промышленной и транспортной деятельностью;

– предоставления недостоверной информации в Декларации безопасности;

– неоднократных нарушений установленных требований по защите населения и территорий от ЧС;

– возникновения ЧС (техногенной, природной ЧС, военных действий и др.);

– невыполнения других условий, определяемых постоянно действующими органами управления в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, создаваемых при органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Частичное ограничение действия лицензии заключается в требованиях устранения выявленных недостатков в указанные сроки и требованиях выполнения указаний по проектированию, строительству, реконструкции, вводу в эксплуатацию, выводу из эксплуатации поднадзорных и подконтрольных объектов в указанные сроки, которые даются в пределах предоставленных прав и компетенций.

Полное ограничение действия лицензии заключается в решении об ограничении, приостановлении, прекращении работы предприятий промышленности и транспорта и любой деятельности, осуществляемой с нарушением требований в области защиты населения и территорий от ЧС.

В лицензии указывается:

– наименование органа, выдавшего лицензию;

– для юридических лиц – наименование и юридический адрес предприятия, организации, учреждения, получающего лицензию;

– для физических лиц – фамилия, имя, отчество, паспортные данные (серия, номер, кем и когда выдан, место жительства);

– вид деятельности, на осуществление которой выдается лицензия;

– срок действия лицензии;

– условия осуществления данного вида деятельности;

– регистрационный номер лицензии и дата выдачи.

Срок действия лицензии устанавливается в зависимости от специфики вида деятельности, но не менее трех лет. Может выдаваться лицензия и на срок менее трех лет, но только по заявлению лица, обратившегося за ее получением. Продление срока действия лицензии производится в порядке, установленном для ее получения.

Лицензия выдается отдельно на каждый вид деятельности. Передача лицензии другому юридическому или физическому лицу запрещена. Лицензия выдается после представления заявителем документа, подтверждающего ее оплату.

В случае если лицензируемый вид деятельности осуществляется на нескольких территориально обособленных объектах, лицензиату одновременно с лицензией выдаются ее заверенные копии с указанием местоположения каждого объекта. Копии лицензий регистрируются органом, уполномоченным на ведение лицензионной деятельности.

При ликвидации предприятия или прекращения действия свидетельства о государственной регистрации физического лица в качестве предпринимателя выданная лицензия теряет юридическую силу.

В случае реорганизации, изменения наименования юридического лица, изменения паспортных данных физического лица, утраты лицензии лицензиат обязан в 15-дневный срок подать заявление о переоформлении лицензии. Переоформление лицензии производится в порядке, установленном для ее получения. До переоформления лицензии лицензиат осуществляет деятельность на основании ранее выданной лицензии, в случае утраты лицензии – на основании временного разрешения.

Лицензия подписывается руководителем (в случае его отсутствия – заместителем руководителя) органа, уполномоченного на ведение лицензионной деятельности, и заверяется печатью этого органа.

Если лицензия получена на территории иных субъектов РФ, то деятельность на основании ее может осуществляться после регистрации лицензии органами исполнительной власти соответствующих субъектов Российской Федерации.

Органы, уполномоченные на ведение лицензионной деятельности, приостанавливают действие лицензии или аннулируют ее в случаях:

– представления владельцем лицензии соответствующего заявления;

– обнаружения недостоверных данных в документах, представляемых для получения лицензии;

– нарушения лицензиатом условий действия лицензии;

– невыполнения лицензиатом предписаний или распоряжений государственных органов или приостановления ими деятельности предприятия, организации, учреждения, а также физического лица, занимающегося предпринимательской деятельностью без образования юридического лица, в соответствии с законами Российской Федерации;

– ликвидации юридического лица или прекращения действия свидетельства о государственной регистрации физического лица в качестве предпринимателя.

Орган, уполномоченный на ведение лицензионной деятельности, в 3-дневный срок со дня принятия решения о приостановлении действия лицензии или о ее аннулировании в письменном виде информирует об этом решении лицензиата и органы Государственной налоговой службы Российской Федерации. В случае изменения обстоятельств, повлекших приостановление действия лицензии, действие лицензии может быть возобновлено.

Приостановление действия лицензии может осуществляться также и другими органами, которым это право предоставлено законодательством Российской Федерации.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации приостанавливают действие на своей территории лицензий, выданных органами исполнительной власти иных субъектов Российской Федерации, также в случаях:

– если лицензия не зарегистрирована на данной территории;

– невыполнения лицензиатом требований, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации для осуществления соответствующего вида деятельности.

В этом случае в 3-дневный срок об этом информируется орган, выдавший лицензию, органы Государственной налоговой службы Российской Федерации и лицензиат.

Все органы, уполномоченные на ведение лицензионной деятельности, ведут реестры выданных, зарегистрированных, приостановленных и аннулированных лицензий, а также осуществляют контроль за соблюдением условий, предусмотренных лицензией. Решения и действия органов, уполномоченных на ведение лицензионной деятельности, могут быть обжалованы в установленном порядке в судебных органах.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.12.94 г. № 1418 увеличен перечень видов деятельности и органов, уполномоченных на ведение лицензионной деятельности. В частности определено 33 федеральных органа исполнительной власти, каждому из которых определены виды деятельности, на осуществление которых они выдают лицензии.

Например, *Министерство топлива и энергетики Российской Федерации* лицензирует такие виды деятельности:

– хранение нефти, газа и продуктов их переработки;

– производство, передачу, распределение электрической и тепловой энергии;

– монтаж, наладку и ремонт энергообъектов, электроэнергетического, теплоэнергетического оборудования и энергоустановок потребителей.

Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации:

– утилизацию, складирование, перемещение, размещение, захоронение, уничтожение промышленных и иных отходов (материалов, веществ);

– проведение экологической паспортизации, сертификации, экологического аудита;

– осуществление видов деятельности, связанных с работами (услугами) природоохранного назначения.

МЧС России:

– деятельность в области пожарной безопасности.

Определены также виды деятельности, на осуществление которых выдают лицензии органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, в том числе:

– эксплуатация инженерных систем городов и населенных пунктов;

– деятельность по содержанию и эксплуатации нефтебаз (кроме входящих в ТЭК России) и автозаправочных станций, в т. ч. передвижных;

– деятельность, связанная с источниками ионизирующего излучения (генерирующими);

– проектно-изыскательские работы, связанные с использованием земель.

Постановлением Правительства определено федеральным органам исполнительной власти разработать Положение о лицензировании отдельных видов деятельности. Работа в этом направлении ведется.

Например, разработано Положение о лицензировании деятельности по эксплуатации инженерных систем городов и населенных пунктов, которое утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 1995 г. № 1073.

Также Приказом МЧС России от 15.8.95 г. № 569 «О развитии системы предупреждения чрезвычайных ситуаций на территориальном уровне» определено, что одним из направлений деятельности территориальных подсистем РСЧС является: участие в лицензировании и декларировании безопасности промышленной деятельности. Временным руководством по организации работы территориальных подсистем РСЧС в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденным этим приказом, определено: «Порядок лицензирования промышленной и транспортной деятельности на данной территории определяется специальным нормативным правовым актом в области защиты населения и территорий от ЧС органа государственной власти субъекта Российской Федерации».

Лицензия на осуществление промышленной и транспортной деятельности на данной территории выдается органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации на основании заявки предприятия, планирующего проведение такой деятельности.

Непосредственное участие органов управления РСЧС в процессе лицензирования промышленной и транспортной деятельности обусловлено, прежде всего, тем, что в дополнение к перечисленным условиям получения лицензии требуется представлять Декларацию безопасности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое лицензирование?
2. Какую цель преследует процедура лицензирования?
3. Какие документы предъявляет заявитель для получения лицензии?
4. В каких случаях для получения лицензии заявитель должен предъявлять декларацию безопасности?

5. В каких случаях отзывается лицензия?
6. На какой срок выдается лицензия?
7. Может ли лицензия передаваться второму юридическому лицу?
8. В каких случаях лицензии аннулируются?

Глава 18

ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА И КОНТРОЛЯ

Государственный надзор и контроль в области предупреждения ЧС, защиты населения и национального достояния проводится в соответствии с задачами, возложенными на РСЧС. Цель – проверка полноты выполнения мероприятий по предупреждению ЧС и готовности должностных лиц, сил и средств к действиям в случае их возникновения.

Эту деятельность осуществляют органы МЧС России (Главная инспекция, региональные центры по делам ГО и ЧС), штабы ГОЧС субъектов Российской Федерации во взаимодействии с органами государственного надзора всех уровней в рамках предоставленных им существующим законодательством полномочий.

В целях устранения дублирования функций, повышения эффективности государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций с 1992 г. начат процесс разграничения задач и налаживания взаимодействия МЧС России и органов государственного надзора Российской Федерации. Специфика предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера заключается, прежде всего, в обеспечении безаварийного функционирования объектов экономики, готовности предприятий и их специализированных аварийно-спасательных формирований к ликвидации последствий аварий и катастроф. Государственный надзор в этой области осуществлялся в основном Госгортехнадзором, Госатомнадзором, МВД, Минтрансом, Минприроды, Минтруда.

Следует отметить, что их деятельность избирательна и направлена на отдельные объекты, инженерные сети и транспортные коммуникации. В меньшей степени уделяется внимание формированию общих оценок состояния аварийности, прогнозам вероятности возникновения ЧС, рекомендациям по необходимым защитным мерам для населения и территорий.

Важным этапом в решении указанных проблем является внедрение систем декларирования безопасности промышленных объектов, а также лицензирования видов деятельности, связанных с повышенной опасностью промышленных производств (объектов), работ и перевозок.

Порядок организации и осуществление государственного надзора и контроля регулируется законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Задачами Государственного надзора и контроля в области защиты населения и территорий от ЧС являются:

– обеспечение действующего законодательства в области защиты населения и территорий от ЧС;

– соблюдение федеральных и местных требований (установленных норм, стандартов и правил) в области защиты населения и территорий от ЧС;

– обеспечение готовности должностных лиц, сил и средств к действиям в случае возникновения ЧС;

– обеспечение выполнения программ и мероприятий по предупреждению ЧС всеми органами государственной власти на соответствующей территории, предприятиями промышленности и транспорта, независимо от их подчиненности и форм собственности, на которых они основаны, их должностными лицами и работниками, а также гражданами.

Государственный надзор и контроль в области защиты населения и территорий от ЧС осуществляют органы государственной власти, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления. Указанные органы осуществляют контроль в области защиты населения и территорий от техногенных ЧС на основе принципа разделения властей в пределах их компетенции, представленной им законодательными актами, определяющими их статус.

Разграничение полномочий органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и федеральных органов исполнительной власти при осуществлении государственного надзора в области защиты населения и территорий от техногенных ЧС изложено ниже.

Постоянно действующие территориальные органы управления РСЧС:

– организуют и проводят практическую работу на территории по государственному надзору в области защиты населения и территорий;

– привлекают и координируют территориальные структуры федеральных надзорных органов исполнительной власти на территориях в работе по государственному надзору в области защиты населения и территорий от ЧС;

– организуют и проводят работу по лицензированию деятельности промышленных и транспортных предприятий на данной территории.

Специально уполномоченный орган по надзору в области защиты населения и территорий (МЧС России):

– осуществляет методическое и практическое руководство действиями специальных территориальных органов по проведению государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС;

– обеспечивает нормативно-техническое сопровождение деятельности специализированных территориальных органов по координации территориальных структур федеральных надзорных органов исполнительной власти при осуществлении государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС;

– осуществляет методическое и практическое руководство действиями специальных территориальных органов по лицензированию деятельности промышленных и транспортных предприятий на данной территории.

Привлечение территориальных структур федеральных надзорных органов исполнительной власти на территориях к государственному надзору в области защиты населения и территорий осуществляется под руководством постоянно действующих территориальных органов управления РСЧС, создаваемых при органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Процедуры участия привлекаемых территориальных структур федеральных надзорных органов исполнительной власти в надзоре разрабатываются и утверждаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации на основе рекомендаций МЧС России.

Государственный надзор за мероприятиями по снижению возможных масштабов ЧС природного характера проводится надзорными службами восьми министерств и ведомств и обеспечивает:

– соблюдение порядка и условий пользования недрами с целью предотвращения возникновения опасных геологических процессов;

– контроль за использованием земель в целях охраны жизни и здоровья людей, ведение государственного земельного кадастра и мониторинга земель;

– контроль за мероприятиями по предотвращению лесных пожаров, готовностью сил и средств борьбы с огнем;

– контроль за мероприятиями по предупреждению и ликвидации последствий паводков и другого опасного воздействия вод, охране запасов рыб и других водных животных и растений;

– контроль за техническим состоянием сооружений инженерной защиты территорий и др.

Территориальные природоохранные комитеты и инспекции Минприроды России наладили взаимодействие и координируют работу надзорных служб Роскомнедра, Роскомзема, Рослесхоза, Роскомвода, Роскомгидромета, Минстроя России и Роскомрыболовства. При максимальной передаче им функций текущего планирования и управления в области охраны окружающей среды Минприроды России сохраняет за собой задачи межрегиональной и межотраслевой координации и регулирования надзорной деятельности.

В последние годы Госкомсанэпиднадзором России были приняты меры по усилению государственного надзора и контроля за соблюдением требований санитарного законодательства. Однако предпринятые меры часто оказываются недостаточными для стабилизации санитарно-эпидемиологической обстановки в стране. Основная причина в том, что обеспечение защиты от чрезвычайных ситуаций, связанных с эпидемиями и массовыми отравлениями людей, находится в прямой зависимости от состояния социально-экономического развития государства, является сферой межотраслевого и межрегионального регулирования.

Деятельность Росстрахнадзора направлена на контроль в области предоставления финансовых гарантий возмещения ущерба природной среде и результате техногенных аварий, а также защиты имущественных интересов

граждан и юридических лиц от убытков, причиненных чрезвычайными ситуациями природного характера, путем страхования.

С принятием Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» МЧС России предприняло меры по упорядочению госнадзорной деятельности в рассматриваемой области.

Методы надзора в области защиты населения и территорий от ЧС включают в себя:

– посещение и проведение обследования предприятий, включая воинские части, специальные объекты и службы вооруженных сил, органов внутренних дел и государственной безопасности;

– ознакомление с документами и иными материалами, характеризующими состояние технических систем, подготовку персонала, систем управления, систем действия при ЧС промышленных и транспортных предприятий, а также с иными документами и материалами, необходимыми для выполнения их служебных обязанностей;

– проведение расследования причин возникновения аварий, развития аварий и обусловленных ими ЧС, действий по ликвидации ЧС с целью сбора и систематизации данных по случаю аварии и ЧС на подконтрольных и поднадзорных объектах;

– выработка рекомендаций по мерам и мероприятиям по улучшению работы по предупреждению ЧС на территории, принятие обязательных для исполнения решений по результатам расследования случаев аварий и ЧС.

Механизм реализации результатов надзора в области защиты населения и территорий от ЧС заключается в принятии санкций в отношении граждан, должностных лиц и организаций, виновных в невыполнении или недобросовестном выполнении законодательства Российской Федерации и законодательства субъектов Российской Федерации в области защиты населения и территорий от ЧС.

В случаях, установленных законами и иными нормативными актами органов государственной власти субъектов Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, обязанностью государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС в отношении лиц, виновных в нарушениях законодательства в области защиты населения и территорий от ЧС, являются:

– привлечение их к административной ответственности;

– направление материалов о привлечении их к дисциплинарной или уголовной ответственности;

– предъявление исков в народный или арбитражный суд о возмещении вреда, причиненного в результате их действий жизни и здоровью населения, окружающей природной среде.

Координационные советы госнадзорных органов образуются постановлениями глав администрации. Советы в своей деятельности руководствуются законодательными и нормативными документами по

предупреждению и ликвидации ЧС, а также утвержденными главами администраций Положениями о Координационных советах. Их решения являются обязательными для выполнения всеми организациями, предприятиями, независимо от форм собственности и принадлежности.

Основными задачами Координационных советов госнадзорных органов являются:

– обсуждение и анализ предложений по взаимодействию органов управления РСЧС с надзорными органами, действующими на соответствующей территории;

– разработка предложений по постоянному наблюдению и контролю за состоянием природной среды и потенциально опасных объектов;

– участие в разработке и осуществлении государственных научно-технических программ по проблеме предупреждения и ликвидации ЧС;

– разработка и осуществление комплекса мероприятий по предупреждению ЧС техногенного и природного характера и снижению тяжести их последствий;

– организация формирования систем экономических и правовых мер, направленных на предупреждение ЧС, обеспечение техногенной и экологической безопасности;

– другие задачи, определенные Положениями о Координационных советах.

Координационные советы имеют право:

– получать от органов управления администраций необходимую информацию для осуществления возложенных на них функций;

– направлять в органы исполнительной власти городов и районов области рекомендации по реализации государственной политики по предупреждению и ликвидации ЧС;

– заслушивать сообщения представителей надзорных органов и руководителей потенциально опасных объектов по вопросам обеспечения безопасности;

– создавать экспертные комиссии для изучения состояния дел на потенциально опасных объектах с привлечением квалифицированных специалистов.

Взаимодействие с Координационными советами госнадзорных органов – одна из задач управлений ГО ЧС, способствующая обеспечению устойчивого функционирования объектов и территорий.

Контроль – это форма проявления целенаправленного действия на коллективы людей, предусматривающая выявление отклонений от установленных норм, правил и требований в процессе реализации поставленных задач.

Контроль позволяет своевременно совершенствовать систему управления, корректировать задачи, улучшить отчетность, тем самым обеспечив непрерывность управления.

Стадии контроля:

– сбор данных о фактическом результате исполнения;

– сравнение и оценка фактического и ожидаемого результатов исполнения;

– выработка и осуществление корректирующего воздействия.

Цель контроля, прежде всего, в том, чтобы своевременно вскрыть и устранить недостатки в организации и выполнении мероприятий по предупреждению ЧС, повышению устойчивости функционирования объектов и территорий, тем самым повысив их готовность к функционированию в чрезвычайных ситуациях.

Систематический контроль позволяет:

– глубоко знать истинное положение дел;

– на основе анализа обнаруженных недостатков на объектах, территориях предупреждать их распространение, своевременно принимать меры к их искоренению;

– укреплять государственную дисциплину и законность, правильно воспитывать кадры;

– изучать обоснованность и реальность принимаемых решений по вопросам защиты населения, предупреждения ЧС, повышения устойчивости и тем самым совершенствовать практику их разработки и принятия, а также в целом совершенствовать систему управления.

Контроль за выполнением мероприятий по защите населения, предупреждения ЧС является одной из основных задач всех органов управления РСЧС.

Виды контроля:

– контрольные проверки;

– рассмотрение планов, программ;

– экспертиза проектов;

– анализ отчетности.

Основной вид контроля за выполнением мероприятий РСЧС на объектах и территориях – это контрольные проверки.

Приказом МЧС России от 13.6.95 г. № 408 введена в действие Инструкция по инспектированию и проверке территориальных подсистем РСЧС, устанавливающая порядок инспектирования и проверки деятельности территориальных подсистем РСЧС по предупреждению ЧС и обеспечению готовности органов управления, сил и средств к действиям при их возникновении.

Инспектирование проводится Главной инспекцией МЧС России с участием других структурных подразделений МЧС России и во взаимодействии с заинтересованными органами управления и Госнадзора. Проверки проводятся по планам МЧС России и региональных центров в порядке осуществления возложенных на них управленческих и контрольных функций по руководству подсистемами и для оказания практической помощи проверяемым органам управления, учреждениям и службам в решении назревших проблем.

Контрольные проверки подсистемы или ее отдельного звена могут быть также организованы и проведены по решению органов исполнительной власти соответствующего субъекта Российской Федерации. Проверки территориальных подсистем РСЧС осуществляются по следующим основным направлениям:

– организация работы по выполнению требований законов Российской Федерации, Постановлений и распоряжений Правительства Российской Федерации, иных правовых и нормативных актов о функционировании и совершенствовании территориальных подсистем РСЧС;

– организация работы по предупреждению возникновения и развития ЧС, соблюдение требований законов, норм и правил по обеспечению защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, выполнение инженерно-технических мероприятий гражданской обороны;

– готовность пунктов управления, системы связи, оповещения и информации к выполнению задач по своему предназначению;

– готовность сил и средств к ликвидации ЧС;

– создание и готовность к использованию резервных ресурсов по предупреждению и ликвидации ЧС;

– организация и обучение населения к действиям в ЧС;

– подготовка и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов;

– состояние защиты населения от современных средств поражения и крупномасштабных ЧС мирного времени.

Инструкцией определен порядок проверки и оценки деятельности подсистемы по каждому из основных направлений (элементам инспектирования). Например, организация работы по предупреждению возникновения и развития ЧС, соблюдение требований законов, норм и правил постановлений оценивается на основании:

– анализа материалов территориальных и местных органов, осуществляющих госнадзор за безопасностью техногенной деятельности;

– изучения отчетных материалов о реализации целевых и иных программ, направленных на предупреждение ЧС и создание условий для их ликвидации;

– выполнения требований, предусмотренных нормами по предупреждению аварий и катастроф на потенциально опасных объектах.

Работа по данному направлению оценивается «удовлетворительно», если:

– госнадзорные органы по предупреждению ЧС проводят анализ обстановки и прогнозирование возможности возникновения ЧС техногенного и природного характера, результаты прогноза учитываются в планах и повседневной деятельности;

– мероприятия по предупреждению ЧС, предусмотренные в актах и предписаниях госнадзорных органов, в территориальных, городских и районных включены в планы и программы, объективно отражают обстановку

на потенциально опасных объектах, а их выполнение обеспечивается финансовыми и материально-техническими ресурсами;

– в установленные сроки выполняется большинство (не менее 2/3) мероприятий (в том числе ИТМ ГО), включенных в федеральные, региональные и территориальные программы (планы).

Невыполнение последнего условия служит основанием для неудовлетворительной оценки работы.

Основной вид контроля – это комплексные проверки. Следует предусматривать проведение проверок различными инстанциями: МЧС, региональными центрами, управлениями ГО ЧС, министерствами, ведомствами и другими органами управления. Проверки могут быть плановые, внезапные, комплексные, целевые, повторные, перекрестные.

Инспектирование (проверка) территориальных подсистем, как правило, проводится методом комплексной проверки по всем вопросам (направлениям), указанным Инструкцией, с проведением штабных тренировок, командно-штабных и объектовых учений.

По решению руководства МЧС России может проводиться целевое инспектирование (целевые проверки) по отдельным направлениям деятельности территориальных подсистем (выполнение мероприятий ГО, создание и использование чрезвычайных резервных фондов, предупреждение ЧС, повышение устойчивости функционирования объектов экономики и территории и др.).

Проверки могут проводиться внезапно. Чаще о времени их проведения, о вопросах, которые будут проверяться, сообщается заранее, с тем чтобы проверяемые территории, службы, объекты имели время для самокритичной оценки состояния дел и приняли меры к устранению выявленных недостатков до начала проверки.

Проверки (инспектирование) осуществляются комиссиями, в состав которых включаются сотрудники главной инспекции и соответствующих департаментов и управлений МЧС России. При необходимости для проверки специальных вопросов в состав комиссий могут включаться специалисты министерств, ведомств, иных организаций федерального или регионального (территориального) уровня.

Перед началом проверки председатель комиссии организует подготовку проверяющих, в ходе которой уточняются их задачи: распределяются функциональные обязанности, чтобы для любого участвующего в проверке определить задачи, соответствующие его способностям. Членам комиссии целесообразно также изучить необходимые нормативно-правовые документы, акты предыдущих проверок, отчеты, доклады, функциональные обязанности проверяемых должностных лиц.

В ходе проверок необходимо не только проверить состояние и ход выполнения мероприятий РСЧС, но и вскрыть причины недостатков в работе, выявить резервы, оказать помощь рекомендациями, принять меры к устранению выявленных недостатков.

Целесообразно помочь проверяемым составить план устранения выявленных недостатков. Следует поощрять устранение недостатков уже во время проверки.

Чтобы сочетать документальный контроль с практической проверкой важных вопросов и действий, в процессе проверок следует предусматривать реальное выполнение некоторых мероприятий по защите населения (рабочих и служащих) при ЧС, по предупреждению ЧС, повышению устойчивости и др., а также организовать контроль за их осуществлением. Однако не следует сводить проверки только к работе над недостатками. При проведении проверок необходимо также выявить, глубоко изучить и положительный опыт с целью его дальнейшего обобщения и распространения.

Результаты контрольных проверок отражаются в актах, которые должны содержать объективную оценку состояния и хода выполнения мероприятий РСЧС.

Акт подписывается всеми членами комиссии и представляется на ознакомление руководителю проверяемой организации. В случае несогласия с содержанием акта руководитель этой организации предлагает к нему свои замечания.

Информация о контроле должна поступать к тому лицу, который своими усилиями может оказать воздействие на конечный результат. Поэтому акт направляется или докладывается руководителю, который назначал комиссию. В акте о результатах проверки отражаются следующие вопросы:

– время проверки, кто и на каком основании назначил проверку, председатель и состав комиссии;

– когда и кем проводилась предыдущая проверка, как устранены отмеченные недостатки;

– перечень вопросов и мероприятий, подвергшихся проверке;

– что установлено в ходе проверки, при этом должно быть указано соответствие запланированных мероприятий исходным данным МЧС России, нормам и требованиям;

– выводы и оценки состояния и хода выполнения мероприятий РСЧС;

– предложения и указания, рекомендации и сроки устранения недостатков;

– порядок представления донесений об устранении отмеченных недостатков.

После комплексных проверок целесообразно практиковать повторные проверки. Повторные проверки могут быть проведены группой в составе 2-3 человек, может быть также поручена проверка хода устранения выявленных недостатков опытным и наделенным необходимыми полномочиями специалистам.

Кроме комплексных проверок практикуется проведение контрольных проверок по отдельным, особо важным и актуальным в данный момент мероприятиям РСЧС.

Контрольные проверки – наиболее эффективный, но не единственный вид контроля. Некоторые вопросы могут возникать при рассмотрении проектов планов, программ. Также они могут быть проконтролированы при рассмотрении раздела «ИТМ ГО» заданий на проектирование, проектов.

Контроль также осуществляется в ходе анализа отчетности. При необходимости органы управления РСЧС могут запрашивать и другую информацию по особо важным на данный момент вопросам и мероприятиям.

В практике работы РСЧС нашло распространение проведение различных учений, в ходе которых также проводятся практические проверки. В настоящее время практикуется также заслушивание руководителей о состоянии дел (по защите работающего персонала, населения, по предупреждению ЧС, по повышению устойчивости и др.) на коллегии МЧС России и других федеральных органов управления, в региональных центрах, управления ГОЧС, КЧС и других органах управления субъектов Российской Федерации. Подготовка материалов для заслушивания также является действенным методом контроля.

В практике работы органов управления РСЧС встречаются и другие виды контроля. Опыт свидетельствует, что наибольший эффект в достижении основных целей контроля может быть при оптимальном сочетании различных видов контроля. Там, где лучше организован контроль, выше уровень гражданской защиты, планирования и реализации мероприятий РСЧС.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В какой области контроля и надзора лежат задачи, возложенные на РСЧС?
2. Перечислите основные задачи Государственного надзора и контроля в области защиты населения и территорий от ЧС.
3. Как взаимодействуют органы государственной и муниципальной власти в сфере надзора и контроля?
4. Какие функции возлагаются на Координационные советы госнадзорных органов?
5. Какие виды контроля существуют в области защиты населения?
6. Что такое комплексная проверка?

Глава 19

СТРАХОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

19.1. Страхование техногенных рисков

Одним из важных рычагов обеспечения безопасности в промышленности и предупреждения чрезвычайных ситуаций является признанная в мире эффективная система страхования промышленных рисков.

В Российской Федерации совместными усилиями Министерства финансов, МЧС, федеральными надзорными органами подготовлены и распространены методические рекомендации по внедрению обязательного страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта. Госгортехнадзор определил Правила страхования гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц и окружающей природной среде в результате аварий на опасном производственном объекте. Определены на лицензионной основе исполнители решаемой задачи.

Министерство финансов Российской Федерации регулярно представляет Федеральному горному и промышленному надзору России информацию о страховщиках, получивших лицензию на право проведения данного вида страхования. Таким образом, страховщиками признаются страховые организации, прошедшие процедуру лицензирования и соответственно имеющие право проведения страхования гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты.

Страховые организации по рекомендации Федерального горного и промышленного надзора России могут привлекать для оценки правильности отнесения опасных и производственных объектов к соответствующим категориям по обязательному страхованию ответственности экспертные организации, имеющие лицензию на экспертизу промышленной безопасности.

В свою очередь, Федеральный горный и промышленный надзор России представляет Министерству финансов Российской Федерации информацию о страховщиках, не выполняющих условия, установленные договором страхования.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, организуют идентификацию опасных производственных объектов. Перечень опасных производственных объектов, которые эксплуатирует Страхователь, определяется по результатам экспертизы промышленной безопасности. По окончании идентификации составляются идентификационные листы учета опасных производственных объектов, которые представляются в страховую организацию.

Страховые организации (страховщики) используют данные идентификационных листов для определения размера страховой суммы и страхового тарифа по договору страхования гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты.

Страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта оформляется заключением договора страхования между страхователем и страховщиком.

В договоре определяются: порядок перечисления взносов, их размер, срок действия договора страхования, размер страховой суммы, вступление договора в силу и другие существенные положения.

Обязанность страховщика по страховой выплате распространяется на страховые случаи, происшедшие в период действия лицензии страхователя на право эксплуатации опасного производственного объекта.

Важным аспектом рассматриваемой проблемы является то обстоятельство, что организация–страхователь (имеется в виду организация, эксплуатирующая объект) не получит право на эксплуатацию (вид деятельности и услуги) до тех пор, пока не заключит договор с одним из страховщиков. Например, для получения лицензии Федерального горного и промышленного надзора России на эксплуатацию особо опасного производственного объекта наряду с необходимыми документами эксплуатирующая организация, представляет:

– договор страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;

– копию платежного поручения об оплате по договору страхования.

Кроме того, в лицензиях на эксплуатацию опасного производственного объекта органами Федерального горного и промышленного надзора России делается запись об обязанности организации-страхователя на момент начала эксплуатации и на протяжении всего периода эксплуатации опасного производственного объекта ответственности за причинение вреда при эксплуатации.

Территориальные органы Федерального горного и промышленного надзора России и МЧС привлекают при необходимости к расследованию аварий с опасными производственными объектами страховщиков с целью уточнения обстоятельств аварий и размеров вреда, причиненного здоровью или имуществу, а также окружающей природной среде.

Страхование промышленных рисков позволяет не только создать запас финансовых средств на случай чрезвычайной ситуации, но и использовать часть этих средств на предупреждение аварий и катастроф в промышленности.

Страховая организация, в соответствии с установленным Министерством финансов Российской Федерации порядком, формирует в размере 5 % от собранных страховых платежей резерв, предусмотренный в структуре страховых тарифов по данному виду страхования для предупредительных мероприятий.

Средства резерва предупредительных мероприятий должны направляться на участие в финансировании:

– разработки информационного обеспечения системы страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта, создания банков данных опасных производственных объектов, банков данных аварий и инцидентов;

– проведения научно-исследовательских работ в области обеспечения промышленной безопасности, предупреждения аварий, уменьшения причиняемого вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде, предусмотрев в их числе анализ страховых случаев и факторов риска;

– мероприятий, направленных на снижение риска аварий и повышение уровня промышленной безопасности и противоаварийной устойчивости застрахованных опасных производственных объектов.

Условия договора страхования между Страхователем и Страховщиком жестко определены Правилами страхования гражданской ответственности и не могут быть изменены по объемам страховой защиты.

Объектом страхования (защиты) являются имущественные интересы Страхователя, связанные с его обязанностью в порядке, установленном гражданским законодательством, возместить ущерб, нанесенный жизни, здоровью или имуществу третьих лиц или окружающей природной среде в результате аварии, произошедшей на эксплуатируемом Страхователем опасном производственном объекте. В свою очередь, производственный объект, в отношении которого заключается договор страхования, должен отвечать требованиям промышленной безопасности, которые подтверждаются представлением Страхователем документов в соответствии с ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 года. Это значит, что задолго до получения лицензии эксплуатирующей организации необходимо привести объект к уровню безопасности, соответствующему действующим нормативным документам.

Наличие договоров страхования ответственности, эксплуатирующих опасные производственные объекты организаций, контролируется территориальными органами исполнительной власти, органами государственного надзора и контроля.

Таким образом, страхование в сфере промышленной безопасности представляет собой реальный шаг на пути снижения риска ЧС в современных условиях.

19.2. Нормативно-правовое регулирование вопросов предупреждения ЧС

Во многих развитых странах действуют законы, аналогичные принятому 20 июня 1997 г. Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Их необходимость стала очевидной

после крупных аварий с человеческими жертвами и ущербом для окружающей среды на химических, нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих заводах, на шахтах и металлургических комбинатах. Последствия этих аварий не были бы настолько масштабными, если бы руководство и персонал предприятий, местные органы власти и аварийно-спасательные службы были подготовлены к ним и имели планы действий на случай аварии. Конечно, превентивные мероприятия стоят немалых денег, но ликвидация последствий аварий обходится намного дороже. И если за аварию расплачивается предприятие, то ему выгоднее вкладывать деньги в обеспечение безопасности, чем доводить дело до такой расплаты. Именно эта экономическая целесообразность безопасности устанавливается и гарантируется соответствующими законами.

Европейское Экономическое Сообщество приняло Директиву № 82/501/ЕЭС «О предотвращении крупных промышленных аварий», которой впервые определялись критерии отнесения объектов к категории опасных, а ответственность за аварии возлагалась на предприятия. Директива обязала предприятия принимать меры по обеспечению готовности к возможным авариям, а государственные органы – осуществлять надзор за соблюдением ее требований. Одно из основных положений этой Директивы, получившей название «Директива Севезо» (по имени итальянского города, в котором произошла трагедия из-за крупной аварии на химическом предприятии), требует представлять информацию о производственном объекте всем заинтересованным лицам.

В 1992 г. Организация Объединенных Наций приняла Конвенцию о трансграничном воздействии промышленных аварий, которую подписали 72 страны, в том числе и Россия. Цель этой Конвенции – «предотвращение промышленных аварий, обеспечение готовности к ним и ликвидации последствий аварий, которые могут привести к трансграничному воздействию». Она устанавливает перечень опасных веществ, наличие которых на производственном объекте служит основанием для отнесения его к категории опасных. Федеральный закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» учитывает все основные положения Конвенции ООН.

Идея разработки законодательного акта о промышленной безопасности в России возникла не случайно. Именно в это время (после распада СССР) заметно ухудшилось состояние промышленной безопасности. Помимо общих для всех стран причин повышения аварийности, связанных с усложнением технологических процессов и укрупнением производств, на нее влияла и обострившаяся социально-экономическая обстановка. В ходе реформ изменились взаимоотношения между государственными органами управления и промышленными предприятиями, нарушились вертикальные системы управления, в министерствах и ведомствах были практически упразднены службы, осуществлявшие ведомственный контроль за безопасностью, разрушились старые хозяйственные связи, что крайне затруднило материально-техническое обеспечение предприятий. В это же время

снизились расходы на безопасность – все это и стало причиной увеличения роста аварийности в промышленности. Между тем предприятия практически не несли юридической ответственности за нарушение норм промышленной безопасности. Таких норм, действующих в новых условиях хозяйствования, практически не было.

В Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» предпринята попытка или, во всяком случае, открыта перспектива установления норм дисциплинарной, административной и уголовной ответственности. Соответствующие его положения отсылают к действующим Уголовному, Гражданскому кодексам и Кодексу РСФСР об административных правонарушениях.

За время с 1993 по 1996 гг. появился целый ряд новых законов, регулирующих отношения в области безопасности на предприятиях – Основы законодательства об охране труда, Федеральные законы: «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О пожарной безопасности», «Об экологической экспертизе». В результате для предприятий, аварии на которых могут произойти с ничтожно малой вероятностью, а последствия их практически не представляют опасности для населения и окружающей среды, отношения в области безопасности оказались в определенной степени регулируемыми действующим законодательством. Но этого не было достаточно для потенциально опасных объектов. Уменьшение риска аварий на них требует специальных правовых механизмов, которые и устанавливаются Федеральными законами: «Об использовании атомной энергии», «О безопасности гидротехнических сооружений» и, наконец, «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к категории опасных относит те из них, на которых так или иначе присутствуют (хранятся, используются, перерабатываются, производятся и т. п.) опасные вещества. Этот закон соответствует критериям Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий. При количествах веществ, равных и больших, чем предлагает Конвенция, к объекту применяются дополнительные меры правового регулирования. Закон вводит еще один критерий отнесения производственных объектов к опасным – использование на них сложных технических устройств, ведение горных работ и работ в подземных условиях.

Основными механизмами регулирования промышленной безопасности в соответствии с законом являются:

– декларирование безопасности;

– лицензирование промышленной деятельности;

– страхование ответственности.

Не менее важны для регулирования промышленной безопасности требования Закона о сертификации оборудования и экспертизе промышленной безопасности. Закон устанавливает, что руководители

предприятий или организаций, в которых эксплуатируется опасный производственный объект, обязаны обеспечить укомплектованность штата, допускать к работе только лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний, а также организовать подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности.

Кроме того, руководитель предприятия должен приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, его территориальных органов и должностных лиц в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте. В случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность, могут проводиться мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте. Следует также оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии, анализировать причины инцидента на опасном производственном объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике, вести учет аварий.

Недостатки существующей практики обеспечения безопасности промышленных объектов повышенной опасности связаны отчасти и с недостатками в организации надзора и контроля за деятельностью опасных производственных объектов. Помимо государственного надзора, осуществляемого специальным органом, уполномоченным Президентом Российской Федерации или по его поручению Правительством Российской Федерации, закон вменяет в обязанность самому предприятию контролировать состояние безопасности опасного производственного объекта. Это требование закона тем более актуально, что в последнее время отчетливо обозначилась тенденция к ликвидации подразделений по технике безопасности на предприятиях в целях экономии средств.

Принятый закон создает правовую базу для деятельности Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзора России), основная задача которого – добиваться соблюдения требований промышленной безопасности, снижения аварийности и травматизма на опасных производственных объектах. Основные нормы и механизмы, содержащиеся в законе, проверены мировой и отечественной практикой и, безусловно, будут способствовать устойчивому функционированию промышленного производства, нормальной жизнедеятельности человека и развитию экономики страны.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое страхование техногенных рисков?
2. Какие организации имеют право страховать риски?

3. Почему страхование рисков актуально?
4. Кто такие страхователь и страховщик?
5. Какую роль в области промышленной безопасности играет страхование?
6. Можно ли страховать имущество от природных рисков?

Глава 20

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

20.1. Актуальные проблемы управления безопасностью

Задача обеспечения безопасности потенциально опасных промышленных объектов – одна из важнейших слагаемых работы МЧС России, органов управления территориальных подсистем РСЧС, органов госнадзора России. Решение проблем обеспечения безопасности при утверждении существования ненулевого риска реализации опасностей достигается управлением безопасностью и обеспечением приемлемого риска.

Под понятием «управление безопасностью и риском» понимается комплекс мероприятий, включающий:

– выявление существующих опасностей и механизмов их реализации;

– прогнозирование последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий;

– осуществление надзора и контроля в области обеспечения безопасности населения;

– планирование мероприятий по предупреждению ЧС;

– планирование действий органов управления и сил в ЧС;

– планирование мероприятий по жизнеобеспечению пострадавшего в ЧС населения;

– организация управления силами и средствами на всех уровнях;

– создание резервных фондов (запасов) материальных и финансовых средств;

– обеспечение целенаправленной налоговой политики;

– нормативно-правовое регулирование (обеспечение) вопросов безопасности.

Анализ ситуации позволяет сделать вывод о том, что в условиях продолжающегося экономического кризиса и связанным с ним резким в увеличением аварийности в техносфере вопросы обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах решаются по остаточному принципу. Средства промышленных предприятий часто идут в лучшем случае на оплату труда. В то же время список промышленных аварий стремительно растет.

Следствием такой ситуации стало принятие Правительством РФ, МЧС России комплекса адекватных мер противодействия развивающемуся процессу.

Сегодня приняты и выполняются субъектами Федерации, органами управления РСЧС Постановление Правительства РФ № 675 от 1.07.95 г. «О декларации безопасности промышленного объекта», Приказ МЧС № 529 от 23.07.95 г. «О декларации безопасности промышленного объекта РФ», Приказ МЧС № 569 от 15.08.95 г. «О развитии системы предупреждения

чрезвычайных ситуаций на территориальном уровне», Приказ МЧС и Госгортехнадзора России № 222/59 от 4.04.96 г. «О порядке разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации» и целый ряд ведомственных документов, каждый из которых справедливо требует активных превентивных мер от ОУ РСЧС территорий и объектов экономики, сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. В частности, широко развернута процедура декларирования безопасности промышленных объектов и лицензирования деятельности производств, объектов экономики, представляющих угрозу для рабочих, служащих и населения.

В целях организации работы по сертификации производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда Министерство труда и социального развития Российской Федерации приняло и исполняет Постановление № 12 от 14 марта 1997 г. «О проведении аттестации рабочих мест по условиям труда».

Однако на этапе реализации достаточно жестких требований министерств по обеспечению безопасности обозначилась проблема, связанная с тем, что промышленные объекты не имеют специалистов в сфере обеспечения безопасности требуемого сегодня уровня. Крупный промышленный объект не может самостоятельно, к примеру, разработать Декларацию безопасности из-за сложности самого производства, небольшие предприятия – из-за отсутствия специалистов, знающих рассматриваемый вопрос. В такой ситуации объекты – заложники собственных опасностей требуют не столько контроля со стороны территориальных органов управления РСЧС в сфере обеспечения безопасности, сколько серьезной помощи и внимания.

С другой стороны, на территориальные органы управления РСЧС сегодня возложена крайне сложная и многоплановая задача предупреждения ЧС в техносфере. Сложная еще и потому, что наши управления ГОЧС укомплектованы специалистами в области гражданской обороны.

Активная работа на объектах экономики (потенциально опасных объектах) предполагает глубокие знания вопросов обеспечения промышленной безопасности, знания методик экспертизы, аттестации, сертификации потенциально опасных объектов, принципов и практических вопросов защиты населения, технологий спасательных работ, знания обширного перечня нормативных федеральных и ведомственных документов, при этом не забывая и вопросов гражданской обороны.

Ситуация такова, что офицеры управлений ГОЧС должны быть компетентны в вопросах обеспечения безопасности, рассматриваемых органами Госнадзора России: Госгортехнадзором, Госатомнадзором, Госкомсанэпиднадзором, Госветнадзором, Госпожнадзором (Всероссийская служба ППС) и другими надзорными и контрольными органами. Управление ГОЧС как организующее и координирующее звено, как рабочий орган КЧС обязан знать рычаги управления и уметь эффективно пользоваться ими,

представляя, какую функцию в общей сложной системе обеспечения безопасности эти рычаги выполняют.

Одна из существенных проблем практического решения вопросов безопасности в техносфере – отсутствие достаточной нормативной и законодательной базы. Чувствуется недостаток полномочий Управлений ГОЧС (Госгортехнадзор России имеет больше), нет документов федерального уровня, обязывающих отрабатывать вопросы взаимодействия территориальных подсистем РСЧС.

Интересы госнадзорных органов и Управлений ГОЧС сталкиваются на территориях объектов экономики. Тут же обнаруживаются разногласия в применении методик прогнозирования. При этом трудно отдать предпочтение какой-то конкретной, так как многие методики не утверждены МЧС, а утвержденные не всегда используются госнадзорными органами. Вывод один – найти общий знаменатель и определить на межведомственном уровне единые для всех методики прогнозирования, учитывая богатый опыт профильных НИИ, таких как НИИПО, Федеральный центр судебной экспертизы, Госгортехнадзор России, РАН, Госатомнадзор и др.

На протяжении многих десятилетий в министерствах и ведомствах сложилась практика разработки отчетных документов, определенных ведомственной принадлежностью каждого объекта и требованиями местной администрации. Помня древнюю мудрость о том, что шансы на успех больше имеет тот, кто имеет больше информации, органы управления и в той, и в этой системе хозяйствования методом анализа отчетных документов получают возможность иметь обратную связь с подведомственными структурами. В данном случае имеются в виду объекты экономики.

Действительно, первым шагом на пути предупреждения чрезвычайных ситуаций является определение, обнаружение и идентификация опасностей, способных в случае их реализации привести к чрезвычайной ситуации. Определение опасностей и их идентификация проводятся методом получения и анализа огромного потока информации. При этом информация получается не только из документов, посвященных проблеме обеспечения безопасности, но и из ряда не связанных с рассматриваемой темой источников.

Представим объект экономики как банк информации. Различные организации (ведомственные и территориальные) получают информацию в сфере своей компетенции. Поток ее огромен. При этом очень часто отдельные вопросы отрабатываемых на объектах экономики отчетных документов повторяются по сути и различны по оформлению. С точки зрения эффективности использования информации это далеко не самый удобный вариант (на фоне современных экономических условий).

Сегодня ПОО экономики в соответствии с рядом федеральных, территориальных и ведомственных требований обязаны разрабатывать весьма объемный перечень отчетных и планирующих документов:

– производственно-технический паспорт предприятия;

– план ГО (для определенной категории);

– план действий органов управления подсистем РСЧС в ЧС;

– экологический паспорт;

– декларация безопасности промышленного объекта;

– паспорт безопасности веществ (материалов), используемых на объекте;

– акты проверки государственных надзорных и контрольных органов;

– проектная и технологическая документация;

– документы инспекции по охране труда (карты аттестации рабочих мест);

– отчетные документы, согласно табелю срочных донесений, документы КЧС объекта (см. журнал «ГЗ», 1996 г., № 11) и другие.

Информация в них часто повторяется, а ее неоднообразное оформление затрудняет работу территориальных органов управления, обобщающих и анализирующих представляемый материал.

В проблемах повседневной деятельности мы стали забывать конечную цель разработки документов на уровнях объект – территория. Цель, которую преследует достаточно трудоемкая бумажная работа – анализ и контроль реального состояния положения дел в таких как:

– состояние защищенности населения;

– выявление источников опасностей;

– состояние устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС, в том числе заблаговременное планирование тех мероприятий по организации управления, которые должны выполняться специалистами автоматически по плану (по отработанному ранее алгоритму действий) в условиях чрезвычайных ситуаций, либо в «чрезвычайных условиях».

Одним из важнейших механизмов управления безопасностью и риском в ЧС является заблаговременное планирование действий органов управления и сил. Руководящий состав РСЧС в повседневной деятельности детально отрабатывает возможные варианты действий в условиях, когда время на анализ обстановки будет крайне ограниченным. По аналогии с механикой можно сказать, что любой план действий (мероприятий) является мощным аккумулятором «управленческой энергии». Планирование действий органов управления, сил и средств – одна из основных составляющих работы специалистов управленческого звена. В ходе планирования они отрабатывают вопросы:

– прогнозирование обстановки;

– состав привлекаемых сил, средств и резервов;

– организация и порядок взаимодействия;

– алгоритм действий в различных ситуациях;

– начало и завершение мероприятий;

– финансирование мероприятий.

Планирование действий ОУ РСЧС – это возможность обеспечения работы в критических ситуациях, когда времени на анализ обстановки, организацию взаимодействия и принятие решения нет. Однако при всей

важности такой технологии сегодня в ней обнаруживается одно из уязвимых мест любого планирования. Дело в том, что на все случаи жизни вариантов действий не предусмотришь. Жизнь более изобретательна и трудно предсказуема. В связи с этим ее свойством планы действий органов управления в ЧС, отрабатываемые в текстовом варианте, удобны лишь до тех пор, пока спрогнозированная в них обстановка соответствует действительности, что бывает, как показывает опыт, крайне редко. Любое изменение обстановки, не предвиденное планом, приводит к необходимости оперативной корректировки ранее запланированных действий. Современные «бумажные» планы оказались громоздкими и неудобными к применению в быстро изменяемой обстановке. Реально, на практике часто в чрезвычайных ситуациях специалисты органов управления вообще не прибегают к помощи планов, изначально понимая, что ситуация не соответствует прогнозируемой планом. Экстренное реагирование исполняется набело при использовании лишь информации о составе и состоянии сил и средств. Поэтому хорошо отработанный план действий органов управления подсистем РСЧС в ЧС характеризуется большой продолжительностью использования и требует от управленцев лишь отдельных уточнений, корректировок, контроля выполнения запланированных мероприятий и сводит часть работы к указаниям для нижестоящих звеньев, а не к приказам.

Надо отметить еще один важный недостаток современных документов планирования действий и отчетных документов – сложность и трудоемкость их анализа вышестоящими органами управления, проблемы с корректировкой и использованием в реальных условиях. Территориальные органы управления РСЧС сегодня успевают, в лучшем случае, констатировать получение документов от объектов, но не успевают их анализировать. В свою очередь, органы управления территорий на основе анализа получаемой информации планируют свои действия и резерв финансовых средств для их выполнения. Круг замыкается.

В то же время вполне резонно использование современных мощностей вычислительной техники для планирования мероприятий и действий органов управления в условиях дефицита времени. Электронные планы обеспечивают возможность быстрой корректировки в соответствии с обстановкой и одновременно позволяют автоматизировать процесс управления в ЧС. К сожалению, в этой технологии мы не являемся пионерами.

Сегодня логично практически использовать те системы и технологии, которые уже хорошо зарекомендовали себя в системах управления. Но о них разговор ниже.

Среди отмеченных есть еще одна серьезная проблема качественного, своевременного информационного обеспечения работы территориальных подсистем РСЧС. К сожалению, территориальные уровни управления часто сталкиваются с необходимостью формирования справочной (обобщенной) информации по объектам экономики в сжатые сроки. Ограничение по срокам разработки документов в вышестоящие инстанции приводит к резкому

ограничению представляемых сведений по достоверности, так как сбор информации – процесс, как показывает практика, затяжной. Решить эту проблему поможет применение современных информационных технологий на территориальном уровне.

Таким образом, налицо необходимость оптимизировать бумаготворческий процесс планирования и разработки отчетных документов. Суть оптимизации заключается в обеспечении эффективного использования разрабатываемых на объектах и территориях отчетных документов и планов мероприятий. Каждая цифра, каждый показатель должны «работать», должны автоматически учитываться при прогнозировании последствий возможных ЧС на опасных объектах, при планировании действий ОУ в ЧС, при оценке обстановки и принятии решения на проведение АСР. Для достижения такой цели предложено специальное программное обеспечение и обработка информации на ПЭВМ.

20.2. Современные информационные технологии

Основываясь на современных взглядах, под информационной технологией будем понимать совокупность методов, способов и процедур формирования, хранения, обработки и потребления информации определенной организационно-технической или иной структурой с использованием выбранного комплекса информационной техники и электронно-вычислительных средств.

Развитие информационной технологии неразрывно связано с применением вычислительной техники и информационно-измерительных систем, заменой традиционных носителей информации, например, таких как бумага или механические системы – машинными носителями.

В современной информационной технологии широко используются методы и средства формирования и применения баз данных и баз знаний, языки высокого уровня, непроцедурные языки управления данными, видеотерминальная техника, специализированные и серийные процессоры, а также качественно новые формы информационной поддержки деятельности человека, такие как экспертные системы, автоматизированные системы планирования, автоматизированные системы разработки отчетных документов (как переходный вариант к безбумажной технологии).

Фундаментальным компонентом современной информационной технологии является аналитическая деятельность с максимально возможным применением человеко-машинных процедур.

Основу новой информационной технологии составляют распределенная компьютерная техника, программное сервисное, служебное и специальное обеспечение, коммуникационные системы, системы связи и датчики. Современная техника дает возможность специалисту повысить эффективность управления за счет увеличения объема, надежности и скорости выполнения операций по обращению с информацией.

Выделяют две стратегии внедрения новой информационной технологии в ту или иную организационно-техническую структуру.

По первой стратегии информационная технология приспосабливается (адаптируется) к указанной структуре без ее изменения, предусматривается лишь локальная модернизация сложившихся методов управления.

По второй – организационно-техническая структура рационализируется исходя из возможности достижения максимальной эффективности технологии.

При обеих стратегиях предусматривается полное сопряжение информационной и организационно-технических структур.

Сегодня выгодно интегрировать программное обеспечение в широко распространенные системы – системы массового пользования. Такой подход обеспечивает привлекательность управленческих проектов и имеет массу преимуществ по отношению к специально и узкоспециализированным системам. Среди преимуществ можно отметить:

– удобство пользования и обслуживания;

– отпадает необходимость специальной подготовки пользователя;

– общедоступность и распространенность;

– проверенное временем техническое совершенство;

– возможность дальнейшего развития.

В органах управления сегодня широко распространены такие системы как ИНТЕРНЕТ и подсистема ИНТРАНЕТ. Последняя представляет систему корпоративной сети, что наиболее удобно в современных условиях. (По заключению Центрального управления кризисной ситуации (ЦУКСа)).

Известно, что смысл и содержание любого процесса управления непосредственно связаны с той предметной областью, в которой он осуществляется. Исходя из современных представлений об информационной технологии, к предметной области управления безопасностью и риском при техногенных воздействиях следует отнести:

– объекты, являющиеся источниками и реципиентами техногенной опасности;

– персонал опасных объектов и население;

– социально-экономические, управленческие, мониторинговые и контрольные структуры и системы;

– явления и процессы, обусловливающие возникновение и формирование факторов техногенного воздействия.

Правильная интерпретация информации о состоянии и функционировании указанных выше объектов и структур, о их взаимосвязях, а также о явлениях и процессах обеспечивается их адекватным и корректным описанием с применением соответствующего математического аппарата. Совокупность этих описаний составляет модель предметной области.

На языке информатики модель рассматриваемой предметной области может быть названа концептуальной частью базы знаний управления безопасностью и риском при техногенных воздействиях. Составными

элементами базы знаний также являются базы данных и алгоритмы решений управленческих задач. Сегодня в информационной технологии предусматривается использование ПЭВМ, а в состав базы знаний включается и прикладное программное обеспечение. В области обеспечения безопасности населения и предупреждения чрезвычайных ситуаций в техносфере предполагается следующая технология.

Каждый объект экономики в пределах рассматриваемой административно-территориальной единицы готовит электронный банк данных по единой структуре, учитывающей информацию по всем заинтересованным в этой информации службам (налоговая инспекция, отдел государственной регистрации предприятий, экспертные организации, управления ГОЧС, органы государственного надзора и контроля, вторые отделы АТЕ и т. д.). Специальное программное обеспечение выбирает нужную пользователю информацию и формирует отчет (справку) в удобной пользователю форме либо в строго установленной форме донесения. На территориальном уровне управления такая система позволит работать со списком объектов.

Так приступили к разработке универсальной информационно-справочной открытой компьютерной системы (ИСС) «Регион», которая позволит объектовым органам управления в полуавтоматическом интерактивном режиме создавать на основе используемого в их деятельности широкого спектра показателей компьютерную базу данных, применяемую при следующих обстоятельствах:

– прогнозировании возможных ЧС и определении их характера;

– прогнозировании последствий ЧС на объектах;

– оценке обстановки;

– оценке возможного прямого экономического ущерба;

– планировании действий ОУ в ЧС;

– принятии решения на проведение аварийно-спасательных работ, а также некоторые вопросы оперативного управления в ЧС;

– формировании основных документов, в том числе ПРГ (МП) за объект или АТЕ; план ГО; план действий ОУ в ЧС; отчетные и оперативные графические документы на основе ГИС, входящих в состав ИСС «Регион»; декларацию безопасности промышленного объекта РФ; документы в соответствии с табелем срочных донесений и другую информацию, формирование которой осуществляется на основе единой базы данных.

Разрабатываемая ИСС призвана объединить имеющиеся на объектах экономики материалы документов различной ведомственной принадлежности в интересах решения задач предупреждения ЧС на объекте и территориях, эффективного поиска и использования необходимой информации. Имея такой инструмент, объект легко справится с разработкой отчетных документов, при этом в территориальные органы управления представится не только отчетный документ, но и соответствующая ему информация на магнитном носителе (в перспективе – по вычислительной сети). Такое решение обеспечивает

оперативную обработку информации на территориальном уровне и нашло положительный отклик у специалистов из регионов МЧС РФ.

Для территориальных органов управления подсистем РСЧС (район, город, область) ИСС «Регион» может использоваться для оперативного получения информации по объектам экономики в пределах заданной территории в целях обеспечения поддержки принятия решений органами управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС при планировании, организации и проведении аварийно-спасательных работ в зонах ЧС.

ИСС «Регион» может входить структурным функциональным звеном в систему автоматизированного управления в ЧС и обеспечить контроль за деятельностью предприятий как в повседневном режиме работы, так и в ЧС.

Важным достоинством ИСС является возможность интеграции в автоматизированную информационно-управляющую систему (АИУС) РСЧС.

Предполагается, что система обеспечит накопление и редактирование следующей информации:

– общие сведения по каждому объекту экономики и жизнеобеспечения на заданной территории;

– производственные показатели;

– параметры по использованию материальных и энергоресурсов;

– планы объектов и их привязку к плану местности;

– качественные и количественные показатели, изложенные в Декларации безопасности потенциально опасных объектов и План действий ОУ в ЧС.

ИСС имеет универсальные функции поиска объектов (из общего списка) по заданным условиям:

– категорированные;

– объекты с непрерывной технологией производства;

– объекты жизнеобеспечения и др.

По выбранным объектам ИСС позволяет получать:

– списки телефонов должностных лиц;

– общее количество РиС на выбранных объектах;

– общее количество РиС, находящихся в зоне ЧС;

– общее количество сил и средств РСЧС на отдельных участках;

– общая потребность в материальных и энергоресурсах;

– обеспеченность РиС, населения ЗС, СИЗ, МСИЗ и другие параметры, рассчитываемые в соответствии с утвержденными формами донесений;

– основные сведения, используемые в расчетных программах прогнозирования обстановки в ЧС.

Система обеспечивает работу ряда функций:

– прогнозирование обстановки на объектах экономики, транспорте и территориях (в т. ч. по параллельным методикам);

– прогнозирование последствий взрыва промышленных ВВ;

– прогнозирование последствий взрыва ГВС в помещениях и на открытых площадках;

– прогнозирование последствий взрыва ПВС;

– прогнозирование последствий взрыва боеприпасов;

– прогнозирование последствий аварий с выбросом ОХВ;

– прогнозирование последствий аварий на гидротехнических сооружениях;

– прогнозирование последствий взрыва расплава металлов на производствах;

– прогнозирование обстановки при возникновении лесных пожаров и т. д.;

– использование обширной справочной информации;

– эффективная работа с графической информацией (картами);

– использование специальных программ АРМ специалистов;

– эффективная разработка планов и документов;

– отслеживание выполнения запланированных мероприятий в реальном масштабе времени;

– создание и совершенствование базы нормативно-правовых документов.

Такая система облегчит разработку и корректировку разделов Паспорта АТЕ и Плана действий органов управления территориальных подсистем РСЧС в ЧС. При прогнозировании обстановки необходимые показатели будут автоматически использоваться в расчетных программах. Использование технологии ИСС Регион приведет к тому, что создаваемые и распечатываемые с помощью этой системы планирующие документы станут лишь второстепенным (запасным) элементом работы ОУ РСЧС. На смену бумажным планам придет удобная система оперативного планирования действий с элементами автоматизации управления в ЧС.

Отдельные элементы этой ИСС уже применяются в Читинской области в оперативных целях. Разрабатываемая система оказалась оригинальной и интересной. Работа, проводимая специалистами ГОЧС ЦАО Москвы, ТЦ «Поиск», нашла поддержку на объектовом уровне.

Уже есть положительный результат такой работы, цель которой – реальная помощь объектам и территориям, возможность использования новых информационных технологий в управлении безопасностью и риском и экстренном реагировании в ЧС.

В интересах самой Академии ИСС «Регион» является существенным дополнением к единому пакету программ (ИСС Безопасность-1, Картография, Спасение-1, Прогноз-1) организации и проведения деловых игр с органами управления подсистем РСЧС.

Создаваемая информационно-справочная система «Регион» открывает широкие возможности внедрения передовых информационных технологий в практику решения задач по предупреждению чрезвычайных ситуаций на объектовом и территориальном уровнях управления.

Таким образом, предлагаемая система призвана решить одну из важнейших задач – эффективное использование большого объема информации в интересах предупреждения ЧС:

– обеспечение эффективной работы территориальных и объектовых органов управления по подготовке исходных данных для прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций как техногенного, так и природного характера;

– учет наиболее важных с точки зрения обеспечения безопасности населения параметров всех объектов и учреждений, расположенных в пределах рассматриваемой административно-территориальной единицы (АТЕ);

– обеспечение единых подходов и методик обработки информации по вопросам предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в пределах одной АТЕ;

– обеспечение качественной и быстрой разработки отчетных и планирующих документов органами управления объектового и территориального звена.

Исходными данными для информационно-справочной системы являются сведения, изложенные в Техническом паспорте каждого рассматриваемого предприятия, учреждения, указываемые в Декларации безопасности промышленных объектов, их технико-экономические показатели и генпланы, представляемые объектами экономики в территориальные органы управления согласно табелю срочных донесений.

20.3. Новейшие отечественные и зарубежные WEB-ресурсы

Для решения задач по оперативному управлению Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны в МЧС России разработано специальное программное обеспечение и геоинформационные ресурсы. Отметим некоторые из них.

Специальное программное обеспечение **«Система оперативного управления» – СПО СОУ**, с помощью которой получают доступ ко всей информации в едином информационном пространстве с получением графических изображений на картах.

Последующее интегрирование оперативной информации достигается при помощи специального программного обеспечения **«Интегрированная информационно-управляющая система» – СПО ИИУС**, которое позволяет анализировать и принимать управленческие решения на основе введенных в систему данных. Рабочая область главного окна системы представляет собой мировую карту с возможностью подключения различных видов картографической подложки для достижения оптимального отображения необходимой информации.

Оперативная обстановка на территории РФ фиксируется с помощью информационного ресурса **«Космоплан»**, который разработан МЧС России и

составляется на основе космических снимков. На его основе реализуются задачи МЧС в части, касающейся наблюдения и анализа обстановки на всей территории России.

Наиболее информативным для отслеживания природных пожаров является **геоинформационный ресурс «Каскад»,** который также разработан в МЧС России. Система содержит информацию, основанную на данных после обработки космических снимков. Дистанционное зондирование Земли из космоса позволяет проводить эффективный мониторинг и прогнозирование пожарной опасности, оценивать пройденные огнем площади и последующее развитие огненной стихии, определять сроки наступления пожароопасного периода в лесах, составлять прогноз вероятности возникновения пожаров, управлять силами и средствами при возникновении ЧС.

В настоящее время в качестве графической информационной системы в ЦУКС используется программа ГИС **«ИнГЕО»** – инструментальная геоинформационная система. Ее возможности достаточно ограничены, используется как информационно-справочная система. Дальнейшее использование требует оптимизации и совершенствования.

Одним из мощнейших программных продуктов, получивших широкое распространение в нашей стране, является геоинформационная система «**MapInfo**». Достоинства программы состоят в возможности накладывания множества слоев информации, и обрабатывать интегрированные данные. На карту «**MapInfo»** можно наносить любую дополнительную информацию и получать тематические карты, включая карты 3D. «**MapInfo»** позволяет сохранять карту в формате многослойного PDF-файла. Программный продукт «**MapInfo»** используется также экологами для слежения за состоянием окружающей среды, поставщиками услуг сотовой связи, страховыми компаниями и т. д.

Успешно внедрять пространственные технологии во многих областях позволяет современная высокотехнологичная платформа «**ArcGIS**», которая имеет множество приложений, в том числе бесплатных. Линейка настольных продуктов «**ArcGIS**» помогает грамотно и эффективно выстроить процессы по созданию, редактированию и комплексному анализу пространственных данных. «**ArcGIS**» позволяет интегрировать множественные факторы и выявлять тренды взаимосвязей между ними.

Стоимость программных продуктов **«MapInfo»** и «**ArcGIS**» относительно высокая, однако, как показал опыт, их внедрение быстро окупается. С учетом возрастающего вала техногенных катастроф без их внедрения нельзя эффективно решать возлагаемые на МЧС задачи. Как уже неоднократно отмечалось ранее, сегодня акценты в работе подразделений МЧС следует переносить на превентивные мероприятия, прогноз возможных ЧС. А такая задача может решаться только путем внедрения самых современных геоинформационных систем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под управлением безопасностью и риском?
2. Что понимают под прогнозом ЧС?
3. Что понимают под мониторингом территорий?
4. Какие вопросы решаются в процессе планирования действий органов управления?
5. Какие современные информационные технологии используются в управлении безопасностью?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с требованиями федеральных законов органы государственной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления обязаны содействовать устойчивому функционированию объектов промышленности и сельского хозяйства, осуществлять финансирование мероприятий в области защиты населения и территорий от ЧС. Согласно этим же законам, федеральные органы исполнительной власти обязаны разрабатывать и осуществлять организационные и инженерно-технические мероприятия по повышению устойчивости функционирования отраслей в ЧС и военное время.

В заключение кратко коснемся перспектив развития безопасности в ближайшем будущем. Удовлетворяющий общество уровень безопасности в настоящее время осуществляется исходя из определенных принципов. На основе анализа международной и отечественной практики к ним можно отнести:

– принцип безусловного примата безопасности и приоритета сохранения здоровья над любыми другими элементами качества жизни;

– принцип приемлемой опасности и риска, в соответствии с которым устанавливаются нижний допустимый и верхний желаемый уровни безопасности;

– принцип минимальной опасности, в соответствии с которым уровень риска устанавливается настолько низким, насколько это реально достижимо исходя из допущения, что любые затраты на защиту человека и окружающей среды являются оправданными;

– принцип последовательного приближения к абсолютной безопасности, т. е. к нулевому риску.

Концепция «абсолютной безопасности» (принцип «нулевого риска») до недавнего времени была фундаментом, на котором во многих странах (в т. ч. Российской Федерации) строились нормативы безопасности. До последнего времени этот подход был оправданным, однако сегодня из-за беспрецедентного усложнения производств и появления принципиально новых технологий концепция «абсолютной безопасности» стала неадекватна внутренним законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер, и нулевая вероятность аварии достигается лишь в системах, лишенных запасенной энергии. На остальных же объектах (а таких большинство) аварии возможны, их не исключат даже самые дорогостоящие инженерные меры. Эта концепция, называемая концепцией «ненулевого риска», принята в большинстве стран мирового сообщества.

В настоящее время практически все ученые и специалисты исходят из того, что аварийность на производстве – объективный процесс, который требует глубокого изучения, широких аналитических обобщений и проведения экспериментальных работ, поскольку абсолютная безопасность технологических процессов не может быть обеспечена в принципе. Но

имеются все основания для существенного снижения потерь, которые возникают в результате промышленных аварий.

Один из подходов свое прикладное воплощение получил в виде принципа практически достижимого уровня безопасности as low as practically achievable (ALAPA), при котором уровень опасности в ходе промышленной деятельности должен быть настолько низким, насколько это может быть осуществимо в данных условиях. Но при этом нужно, чтобы приемлемый уровень безопасности не был в то же время результатом чрезмерных затрат.

Отсюда вытекает введение другого общего принципа – разумно достижимого уровня безопасности, т. е. установление такого низкого уровня опасности, который можно обоснованно обеспечить при существующих условиях. Этот принцип имеет значение для правовой практики, поскольку дает ей основание достаточно широко интерпретировать понятие «разумность» осуществляемых мер по обеспечению безопасности и исходя из этого определять размеры убытков и вину ответственных лиц за нарушение норм закона.

Установление уровня приемлемой безопасности и риска представляет довольно сложную задачу. Для ее решения требуется проведение научного анализа экономических, социальных, экологических, демографических и других факторов, определяющих развитие общества. Такая потребность часто возникает при решении юридических коллизий.

Известно, что общество не может обеспечить удовлетворение своих материальных и духовных потребностей без увеличения масштабов общественного производства. А это влечет за собой увеличение техногенного воздействия на биосферу, элементом которой является человек. Поэтому общество вынуждено большее количество средств расходовать на охрану биосферы, так как от ее состояния зависят и эффективность производства, и комфортность условий жизни людей, их здоровье да и сама возможность существования человека на Земле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов В. Т., Федотов Ю. В., Шепелюк С. И. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Прогнозирование устойчивости: учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2011. 296 с.
2. Мамедов А. Ш., Паняк С. Г. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2011. 204 с.
3. Рейхов Ю. Н., Раб И. И., Мищенко В. Ф. Объект экономики. Общие сведения. Организация безаварийного функционирования: учебное пособие. Новогорск: Изд. АГЗ МЧС России, 2000. 160 с.
4. Мерцалов В. М., Слепушкин С. Б., Рейхов Ю. Н., Саулин В. Н. Основы устойчивости функционирования объектов экономики и территорий: учебное пособие. Новогорск: Изд. АГЗ МЧС России, 1999. 223 с.
5. Федотов Ю. В. Устойчивость объектов экономики в ЧС: курс лекций / под ред. В. С. Артамонова. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2007. 127с.
6. Мастрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учебное пособие / М.: Издательский центр «Академия», 2011. 368 с.
7. Безопасность жизнедеятельности. Современные средства поражения и защиты от них: учебное пособие / под ред. В. С. Артамонова. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2011. 338 с.
8. Безопасность жизнедеятельности: учебник / ред. Л. А. Михайлов. 2-е изд. М.: ACADEMIA, 2009. 272 с.
9. Болтыров В. Б. Опасные природные процессы: учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2007. 224 с.
10. Акимов В. А., Воробьев Ю. Л., Фалеев М. И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие. 2-изд. М.: Высшая школа, 2007. 592 с.
11. Истомин А. Н., Головченко Ф. Ф. Устойчивость функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени: учебное пособие. 2-е изд. М.: 2007. 63 с.
12. Мастрюков Б. С. Безопасность чрезвычайных ситуаций в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учебное пособие для студентов вузов. М.: Академия, 2011. 368 с.

Федеральные законы и постановления Правительства Российской Федерации

а. Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности

критически важных и потенциально опасных объектов от угроз техногенного, природного характера и террористических актов (ДСП): утверждены Президентом Российской Федерации Пр-1649 от 28.10.2006.

b. Сборник нормативных приказов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: сб. Ч.1 / МЧС России; ред.: Р. Х. Цаликов. М.: ВНИИПО, 2006. 500 с.

2. Федеральный закон «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12. 1994. № 68.

3. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении гражданской обороны в Российской Федерации» от 26.11.2007. № 804.

4. Постановление Правительства РФ «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» от 30.12.2003. № 794.

5. Приказ МЧС России «Об утверждении требований по предупреждению ЧС на потенциально опасных объектах жизнеобеспечения» от 28.02.2003. № 105.

6. Приказ МЧС России «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» от 04.11.2004. № 506.

7. Постановление Правительства РФ «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 13.09.1996. № 1094.

8. Основы единой государственной политики в области гражданской обороны на период до 2010 года: Приказ от 05.01.2004. №12 утвержден Президентом РФ.

9. Постановление Правительства РФ (ред. от 17.12.2014) "О Федеральной целевой программе "Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009 - 2018 годы" от 23.04.2009: Приказ № 365.

10. Постановление Правительства РФ "Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2020 года" утверждено Президентом РФ 03.09.2011, приказ № 2613.

11. Поручение Президента РФ от 15.11.2011, Приказ № 3400 "Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов на период до 2020 года".

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.01.04.05 ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная
год набора: 2021

Автор: Русинов А.Б., ст. преподаватель

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 19.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКЕ 4
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ 7
ТИПЫ СПС 11
ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ 15
ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ 17
ДАТЧИКИ ДЫМА 20
РАДИОИЗОТОПНАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА 20
ПИ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ (СВЕТОВЫЕ) 21
ГАЗОВЫЕ ПИ 22
РУЧНЫЕ ПИ 23
ВЫБОР ТИПА ПИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СПС 24
ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ 26
СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ 32
(СОУЭ) 32
АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ (АУПТ) 41
ХАРАКТЕРИСТИКА ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ 45
КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ 47
АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ВОДЯНОГО И ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ .49

ВВЕДЕНИЕ

Исторические сведения об автоматике

Первые автоматические устройства появились около 20 тысяч лет назад

Первыми автоматами, принесшими пользу человеку, считают ловушку типа капкан

Автоматические мельницы, водяные часы, механизмы, пневмо- и гидроустройства и другие технические новинки все шире применялись в практической деятельности человека

Современный автомат – это техническое устройство, в принципе действия и конструкции которого воплощены накопленный веками жизненный опыт и знания многих поколений людей нашей планеты

Идея создания машин, которые бы работали без участия человека, возникла также давно. Изобретение первого в мире механического регулятора относится к 1765 г. и принадлежит знаменитому русскому механику И.И. Ползунову

Электромагнитный регулятор разработан в 1854 г. выдающимся русским механиком и электротехником К.И. Константиновым

Основы научного подхода к проектированию автоматов были заложены знаменитым русским ученым и инженером И.Н. Вышеградским, работа которого "Об общей теории регуляторов", изданная в 1876 г, положила начало теории автоматического регулирования и управления

Современные приборы и системы промышленной автоматики, осуществляя контроль и управление технологическими процессами, решают одновременно и ряд задач автоматической взрывопожарной защиты:

- предупреждение аварий, взрывов и пожаров за счет поддержания объекта управления в устойчивом состоянии;
- диагностирование состояний технологического оборудования и коммуникаций;
- прогнозирование взрывопожароопасных состояний технологического процесса;
- обнаружение неустойчивых состояний управляемого объекта

Решением комплекса названных задач промышленная автоматика обеспечивает поддержание взрывопожаробезопасных режимов технологических процессов, при необходимости устранение опасных, внерегламентных отклонений параметров с их регистрацией и оповещением обслуживающего персонала.

Информация приборной техники и ЭВМ при этом используется для анализа опасных отклонений технологического процесса или выявления причин аварий, взрывов и пожаров

Автоматика - отрасль техники, охватывающая принципы построения автоматических систем и образующих их технических средств

Автоматизация – это внедрение технических средств, управляющих процессами без непосредственного участия человека (Автоматическое управление)

В отличие от Автоматического - Автоматизированное управление – при непосредственном участии человека

Преимущества электронных систем - высокая чувствительность, точность, быстродействие, дальность связи, высокая схемная и конструктивная унификация

ФЗ-123. Статья 42.Классификация пожарной техники

Пожарная техника в зависимости от назначения и области применения подразделяется на следующие типы:

3) установки пожаротушения;

4) средства пожарной автоматики;

8) пожарные сигнализация, связь и оповещение

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКЕ

Пожарная автоматика (ПА) — комплекс технических средств для предупреждения, тушения, локализации или блокировки пожара внутри помещений

ПА оборудуют здания и помещения с повышенной пожарной опасностью

П.3.121. СП 5.Система пожарной автоматики:

оборудование, объединенное соединительными линиями и работающее по заданному алгоритму с целью выполнения задач по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

Средства ПА предназначены для автоматического обнаружения пожара, оповещения о нём людей и управления их эвакуацией, автоматического пожаротушения и дымоудаления, управления инженерным и технологическим оборудованием зданий и объектов.

Различают системы:

- включающиеся автоматически – системы пожарной автоматики (СПА);
- действующие по определённой программе - системы автоматической пожарной защиты (САПЗ);
- приводимые в действие оператором - установки пожарной защиты (УПЗ)

Угрозы и риски, которые возникают в результате пожара, часто превосходят возможные последствия от других происшествий.

Созданию систем пожарной безопасности, которые позволят защитить жизни людей и уберечь от огня материальные ценности, в современном обществе уделено огромное внимание

Требования к системам, призванным решать эти задачи, закреплены на законодательном уровне, пожарная безопасность держится под жестким контролем

Ключевым нормативным документом, регулирующим сферу обеспечения пожарной безопасности, является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», формулирующий критерии, которым должны отвечать все средства противопожарной защиты и тушения
ПА включает в себя комплекс технических средств, предназначенных для обнаружения, тушения или локализации пожара внутри помещений, а также оповещения людей

К средствам ПА относятся:

- автоматические установки пожарной сигнализации (АУПС);
- системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ);
- автоматические системы противодымной защиты (АСПДЗ) (дымоудаления, приточно-вытяжной вентиляции, подпора воздуха);
- автоматические установки пожаротушения (АУПТ);
- автоматические системы управления (исполнительные устройства) различным инженерным и технологическим оборудованием зданий и сооружений (электроснабжением, лифтами, системой контроля и управления доступом – СКУД, насосами внутреннего противопожарного водоснабжения и пр.).

Вышеназванные системы могут быть автономны или интегрированы

Средства ПА способны обнаружить пожар на ранней стадии по первичным признакам (температура, дым, инфракрасное излучение, газ), далее - действовать в соответствии с заложенной программой (включить оповещение, дымоудаление, остановить лифты, разблокировать аварийные выходы и т.д.).

Все действия направлены на достижение главной цели - сохранить жизни людей и максимально снизить материальный ущерб.

В зависимости от условий применения, автоматика пожарной безопасности должна соответствовать следующим требованиям:

- возможность обнаружения пожара на объекте;
- прекращение развития процесса горения в опасном направлении;
- высокое быстродействие для выполнения противопожарных мероприятий;
- стабильность во времени, то есть минимальное старение и утомляемость элементов;
- независимость от внешних факторов (температура, влажность, электрические помехи, удары, давление и т.д.);
- безотказность при длительной работе;
- высокая надежность;
- минимальное потребление электроэнергии;
- возможность заменять вышедшие из строя элементы без повторного монтажа всей системы

Статья 103 Закона № 123-ФЗ устанавливает требования к АУПС. Они актуальны и для других средств ПА. Это:

- электрическая и информационная совместимость всех технологических элементов системы;
- работоспособность технических средств в условиях задымления и высоких температур в течение времени, которое потребуется для эвакуации людей и решения других задач, возложенных на систему;
- наличие бесперебойного электропитания на период работы при пожаре;
- устойчивость к электромагнитным помехам;
- обеспечение электробезопасности;
- соответствие принципа управления типу управляемого оборудования и требованиям конкретного объекта

При выборе оборудования систем ПА крайне важны показатели надежности: вероятность безотказной работы, вероятность ложного срабатывания, средняя наработка на отказ и т.д.

Все это характеризует безопасность системы и ее эффективность

Точные характеристики в обязательном порядке должны присутствовать в технической документации на изделия.

Количество спасенных жизней фактически стало индикатором успешности внедрения ПА на объектах социальной сферы

Согласно статистике МЧС России благодаря этой работе за последние годы количество серьезных пожаров сократилось более чем в 7 раз. В 10 раз уменьшилось число погибших людей

П.3.121. СП 5
Система ПА:
- оборудование, объединенное соединительными линиями
и работающее по заданному алгоритму с целью
выполнения задач по обеспечению пожарной
безопасности на объекте

ФЗ-123. Статья 46. Классификация средств ПА
Средства ПА предназначены для:
- автоматического обнаружения пожара;
- оповещения о нем людей;
- управления их эвакуацией;
- автоматического пожаротушения;

- включения исполнительных устройств систем противодымной защиты и противопожарного водоснабжения;
- управления инженерным и технологическим оборудованием зданий и объектов

Средства ПА подразделяются на:
1) извещатели пожарные;
2) приборы приемно-контрольные пожарные;
3) приборы управления пожарные;
4) технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные;
5) системы передачи извещений о пожаре;
6) другие приборы и оборудование для построения систем пожарной автоматики

Система противопожарной защиты
1. Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию)
2. Совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него
Борьба с пожарами на объекте защиты осуществляется специальными средствами и автоматическими системами противопожарной защиты (АСППЗ)

Статья 51. Цель создания систем противопожарной защиты
1. Целью создания СППЗ является защита людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничение его последствий
2. Защита людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничение его последствий обеспечиваются снижением динамики нарастания ОФП, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону и (или) тушением пожара
3. СППЗ должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию ОФП в течение времени, необходимого для достижения целей обеспечения пожарной безопасности

Статья 52. Способы защиты людей и имущества от воздействия ОФП
Защита людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются одним или несколькими из следующих способов:
3) устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
10) применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения

Устройства, приборы и системы ПА состоят из отдельных элементов
Элемент – это конструктивно обособленная часть схемы, устройства или системы, выполняющий определенную функцию
Несмотря на значительное разнообразие основных функций, выполняемых в разных автоматических системах, общим для элементов автоматики является передача поступающих на них воздействий (сигналов) в определенном направлении, а также то или иное преобразование сигнала по значению, характеру или даже по физической природе
Элементы могут отличаться друг от друга по физическим принципам, лежащим в основе их действия:
Электромеханические - электрическая энергия преобразуется в механическую или, наоборот, механическая – в электрическую.
Электротермические - происходит переход электрической энергии в тепловую или тепловой в электрическую.

Электромагнитные или ферромагнитные - в основе действия лежат электромагнитные явления и используются свойства ферромагнитных материалов.

Электронные, к которым относятся электронные лампы, полупроводниковые элементы, фотоэлементы и т.п.

Ионные - используют процессы в ионизированных газах (газотроны, тиратроны и др.).

Радиоактивные - используются вещества, обладающие радиоактивным излучением

Основной показатель элемента – чувствительность - минимальное значение входной величины, вызывающее изменение выходной величины.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

- Федеральный Закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
- Свод правил СП 5.13130.2009 «Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические»
- Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»
- Свод правил СП 6.13130.2009 «Электрооборудование»
- Свод правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»

СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Статистика борьбы с пожарами показывает, что своевременно не обнаруженный пожар наносит большой ущерб, а борьба с ним весьма затруднена

Особенно это характерно для пожаров, возникших в вечернее и ночное время, когда в помещениях отсутствуют люди

Системы пожарной сигнализации (СПС) позволяют задолго до развития пожара в крупный, практически в начальной стадии его развития, известить дежурный персонал или аппаратуру управления о загорании и месте его возникновения, а при необходимости управлять другими системами

В основу СПС положен принцип контроля параметров среды охраняемого объекта и преобразования неэлектрических величин в электрические

Преобразователи реагируют на изменение обстановки и способны отличать нормальное состояние среды от аварийного (пожар)

Одной из задач, возлагаемых на специалиста пожарной безопасности, является контроль соответствия внедренных на объекте систем ПА требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности или разработка (участие в разработке) нового проекта

Предпроектное обследование на объекте направлено на выявление преобладающего ОФП для последующего выбора оборудования

Для своевременного обнаружения пожаров используются системы пожарной сигнализации – комплекс инженерных решений и технических средств, которые обеспечивают передачу управляющих сигналов на смежные системы

При решении задач по созданию новой или модернизации существующей СПС необходимо помнить, что проектирование СПС – это многовариантная технико-экономическая задача и оптимальное решение определяется минимальными

приведенными затратами, при условии соблюдения требований надежности и нормативных документов

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Система пожарной сигнализации (СПС) – совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста (п.3.92 СП5)

Установка пожарной сигнализации - совокупность технических средств для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре и выдачи команд на включение других систем и установок пожарной автоматики, технических устройств (п.3.114)

Пожарный пост – специальное помещение объекта с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, оборудованное приборами контроля состояния средств пожарной автоматики (п.3.69)

Пожарный извещатель (ПИ) - устройство для формирования сигнала о пожаре (ГОСТ 12.2.047)

Пожарный извещатель: устройство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и формирования сигнала о пожаре или о текущем значении его факторов (п.3.67)

Датчики - элементы, преобразующие различные неэлектрические величины в электрические сигналы

Приемно-контрольный прибор (ПКП) – устройство для приема сигналов от ПИ, обеспечения электропитанием активных (токопотребляющих) ПИ, выдачи информации на пульты централизованного наблюдения (ПЦН), а также формирования стартового импульса запуска прибора управления пожарного (3.73)

Прибор пожарный управления (ППУ): устройство, предназначенное для формирования сигналов управления автоматическими средствами пожаротушения, противодымной защиты, оповещения, другими устройствами противопожарной защиты, а также контроля их состояния и линий связи с ними (3.72)

Шлейфы пожарной сигнализации (ШС) - соединительные линии, прокладываемые от ПИ до распределительной коробки или ПКП (п.3.118)

Соединительные линии – провода, кабели, радиоканалы, обеспечивающие соединение между компонентами СПС

Соединительные линии (СЛ): проводные и непроводные линии связи, обеспечивающие соединение между средствами ПА (п.3.93.)

Опасный фактор пожара	Критическое значение
Интенсивность теплового излучения	Более 7,0 кВт/м²
Температура	Более 70^0 С
Минимальная видимость	Менее 20 м
Концентрация CO2	Более 0.11 кг/м³
Концентрация CO	Более 1.16 х 10^{-3}кг/м³
Концентрация HCL	Более 2,3 х 10^{-7}кг/м³
Концентрация O2	Менее 15%

ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К СПС

Статья 54. Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации) … должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения …

СПС … должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей

Статья 83. Требования к системам … пожарной сигнализации

Автоматические установки … пожарной сигнализации (АУПС) должны монтироваться в зданиях и сооружениях в соответствии с проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке

АУПС в зависимости от разработанного при их проектировании алгоритма должны обеспечивать:

- автоматическое обнаружение пожара,
- подачу управляющих сигналов на технические средства:
- оповещения людей о пожаре;
- управления эвакуацией людей;
- управления установками пожаротушения;
- управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием

АУПС должны обеспечивать автоматическое информирование дежурного персонала о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав установок

СПС должны обеспечивать подачу светового и звукового сигналов о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещении дежурного персонала или на специальные выносные устройства оповещения …

В зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф4.1, Ф4.2 - с дублированием этих сигналов на пульт подразделения пожарной охраны без участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации.

Статья 32. Классификация зданий … по функциональной пожарной опасности

Ф1 - здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в т.ч.:

Ф1.1 - здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций

Ф1.2 - гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов.

Ф4 - здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений, в том числе:

Ф4.1 - здания общеобразовательных организаций, организаций дополнительного образования детей, профессиональных образовательных организаций.

Ф4.2 - здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования.

Статья 91. Оснащение помещений, зданий, сооружений и строений, оборудованных системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматическими установками пожарной сигнализации …

Помещения, здания и сооружения … оборудуются АУПС … в соответствии с уровнем пожарной опасности помещений, зданий и сооружений на основе анализа пожарного риска

СП5.13130.2009. Приложение А ПЕРЕЧЕНЬ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ПОМЕЩЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ, ПОДЛЕЖАЩИХ ЗАЩИТЕ АВТОМАТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ
(в ред. Изменения N 1, утв. Приказом МЧС России от 01.06.2011 N 274)

Таблицы А.1-А.4

АУПС… должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания

Статья 103. Требования к АУПС

1. Технические средства АУПС должны обеспечивать … совместимость друг с другом, а также с другими взаимодействующими с ними техническими средствами

2. Линии связи между техническими средствами АУПС должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону

3. Приборы управления пожарным оборудованием техническими средствами АУПС должны обеспечивать принцип управления в соответствии с типом управляемого оборудования и требованиями конкретного объекта

4. Технические средства АУПС должны быть обеспечены бесперебойным электропитанием на время выполнения ими своих функций

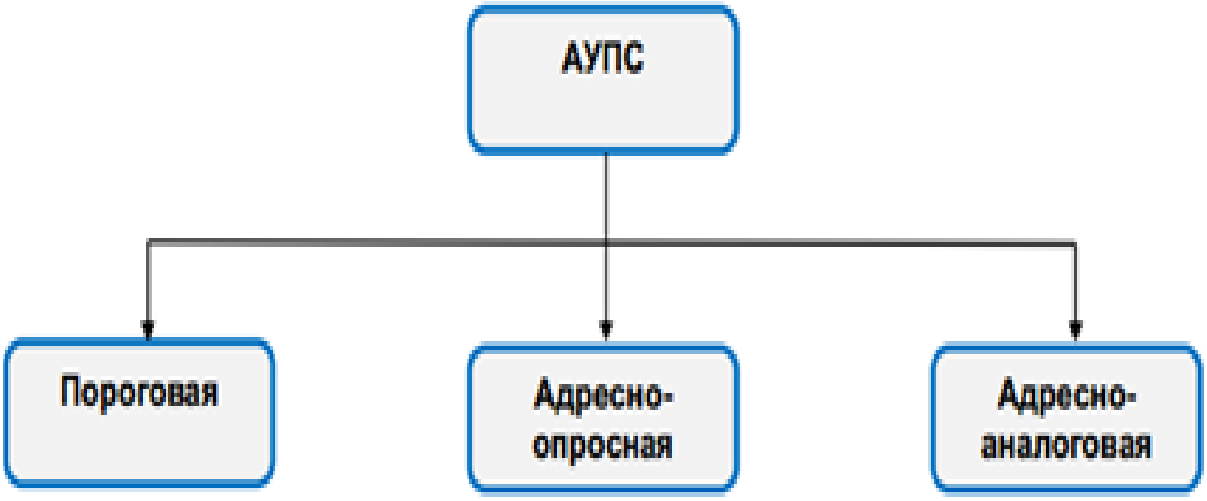
5. Технические средства АУПС должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех с предельно допустимыми значениями уровня, характерного для защищаемого объекта. При этом данные технические средства не должны оказывать отрицательное воздействие электромагнитными помехами на иные технические средства, применяемые на объекте защиты

6. Технические средства АУПС должны обеспечивать электробезопасность

П.14.4 СП 5

При отсутствии на объекте персонала, ведущего круглосуточное дежурство, извещения о пожаре должны передаваться в подразделения пожарной охраны по выделенному в установленном порядке радиоканалу или другим линиям связи в автоматическом режиме.

ТИПЫ СПС



Пороговая СПС – экономичный вариант, подразумевающий оснащение объекта пожарными извещателями, не имеющими точного адреса. Известен лишь номер пожарного шлейфа, к которому он подсоединен наряду с еще несколькими извещателями Информативность сигнала такой системы невелика, и быстро определить точное место пожара не представляется возможным. В таких системах ПКП определяют состояние ШС с установленными в него ПИ. Важно отделить тревожные извещения от служебных, связанных с неисправностями в ШС или ложными срабатываниями. Поэтому весь диапазон значений сопротивления шлейфа для ПКП разделён на несколько областей, за каждой из которых закреплён один из режимов (Норма, Внимание, Пожар, Неисправность) Извещатели определённым образом подключаются к линии ШС с учётом их индивидуального внутреннего сопротивления в этих режимах

Для традиционных систем предусматриваются такие возможности, как автоматический сброс питания ПИ с целью подтверждения сработки, возможность обнаружения нескольких сработавших ПИ в шлейфе, а также реализация механизмов, предусматривающих минимизацию влияния переходных процессов в шлейфах

Использовать пороговые системы целесообразно на малых и средних объектах, когда одним из главных критериев выбора является относительно низкая стоимость системы, которая по большей части определяется стоимостью извещателя

Обычные пороговые неадресные ПИ относительно дёшевы. Несмотря на то, что использование современных алгоритмов цифровой обработки сигналов в ПКП позволяет существенно повысить надёжность детектирования сигнала от ПИ, и как следствие – снизить вероятность ложных тревог, всё-таки нужно учесть, что зачастую такие ПИ не обеспечивают достаточного уровня надёжности.

У этой системы имеются серьезные недостатки. Среди них – повышенный расход материалов при монтаже и более дорогое обслуживание, невозможность контроля работоспособности датчиков, потеря времени на обнаружение очага возгорания.

Например, школа является крупным объектом с пребыванием большого количества людей, система требует улучшения, чтобы предотвратить такие последствия пожара, как гибель людей, вред здоровью и материальный ущерб.

И как следствие данного факта – необходимость установки в одном помещении 2 или даже 3 извещателей. Традиционные пороговые системы не обеспечивают удобства и в

монтаже – шлейфы в таких системах могут быть только радиальными. а чем система больше, тем больше линий связи нужно смонтировать и тем больше ПИ установить

Когда критерий надёжности выходит на первый план, можно уже говорить об установке адресно-пороговой или адресно-аналоговой системы

В адресных системах каждый пожарный извещатель имеет конкретный адрес (по коду), Можно точно и быстро определить, где конкретно произошло возгорание.
В отличие от пороговой, которая просто оповещает о пожаре, адресная система дает возможность определить источник и место возгорания с точностью в несколько метров, благодаря тому, что она как бы «опрашивает» свои датчики об их состоянии. Этот «опрос» ведется все время, а датчики могут давать ответ в четырех разных вариациях: «Пожар», «Неисправность», «Внимание» и «Норма». Данная система контролирует каждый свой ПИ, что является ее несомненным достоинством.

Отличие адресно-пороговой системы от традиционной заключается в алгоритме опроса ПИ. ПКП циклически опрашивает подключенные ПИ с целью выяснить их состояние. Каждый ПИ в шлейфе имеет свой уникальный адрес и может находиться уже в нескольких статических состояниях: «Норма», «Пожар», «Неисправность», «Внимание», «Запылён» и проч. При этом ПИ самостоятельно принимает решение о переходе в другое состояние. В отличие от традиционных систем подобный алгоритм опроса позволяет с точностью до ПИ определить место возникновения пожара.

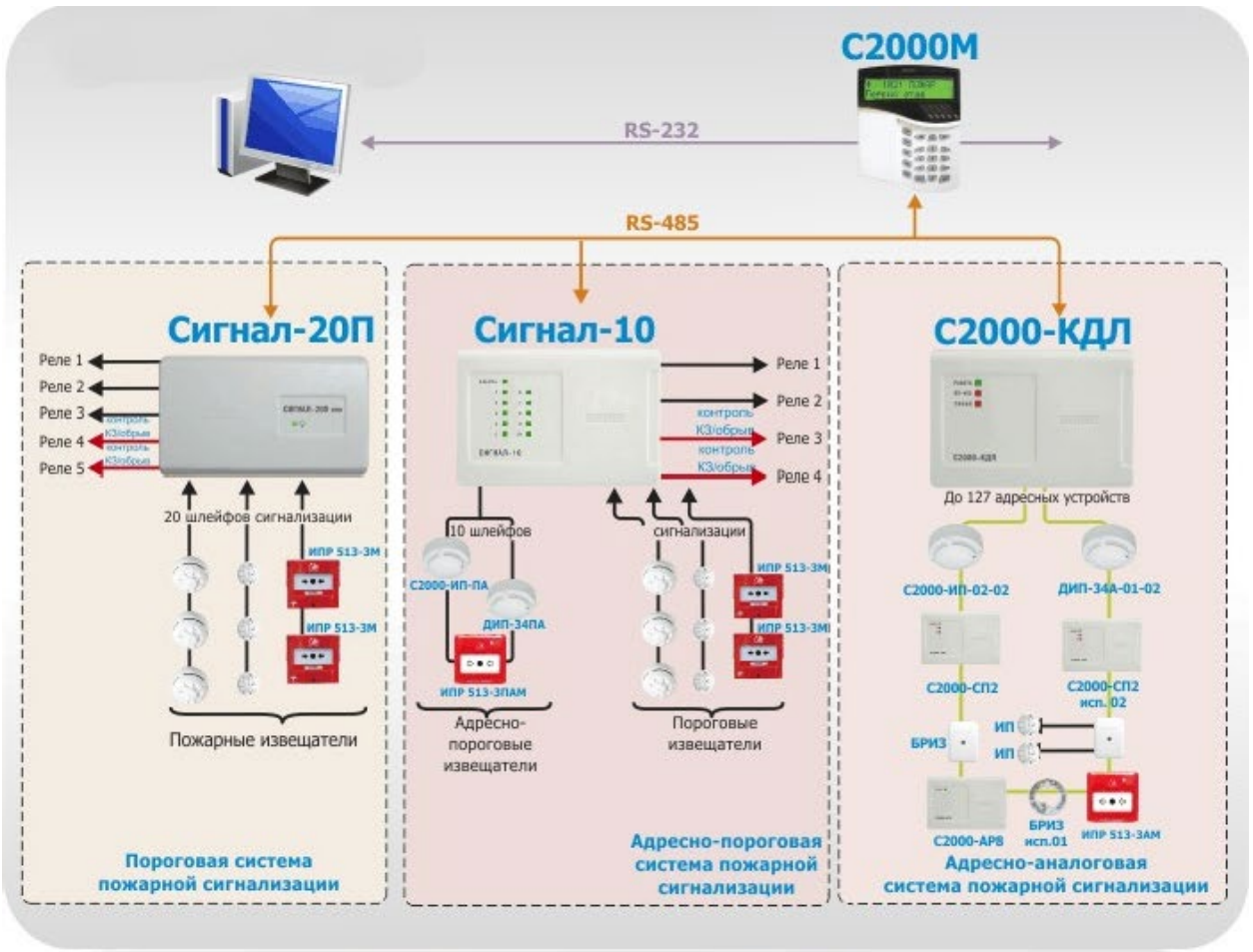
Адресно-аналоговая система считается наиболее современной и многофункциональной. ПКП представляет собой по сути компьютер, который
ведет постоянный контроль подключенных ПИ (непрерывность процесса и обусловливает наименование «аналоговая»). После обработки поступивших сигналов ППК
анализирует и принимает решение о состоянии охраняемого объекта. Система способна обнаружить очаг возгорания на самых ранних стадиях. Эффективность обнаружения в 15-20 раз выше по сравнению с классической пороговой.

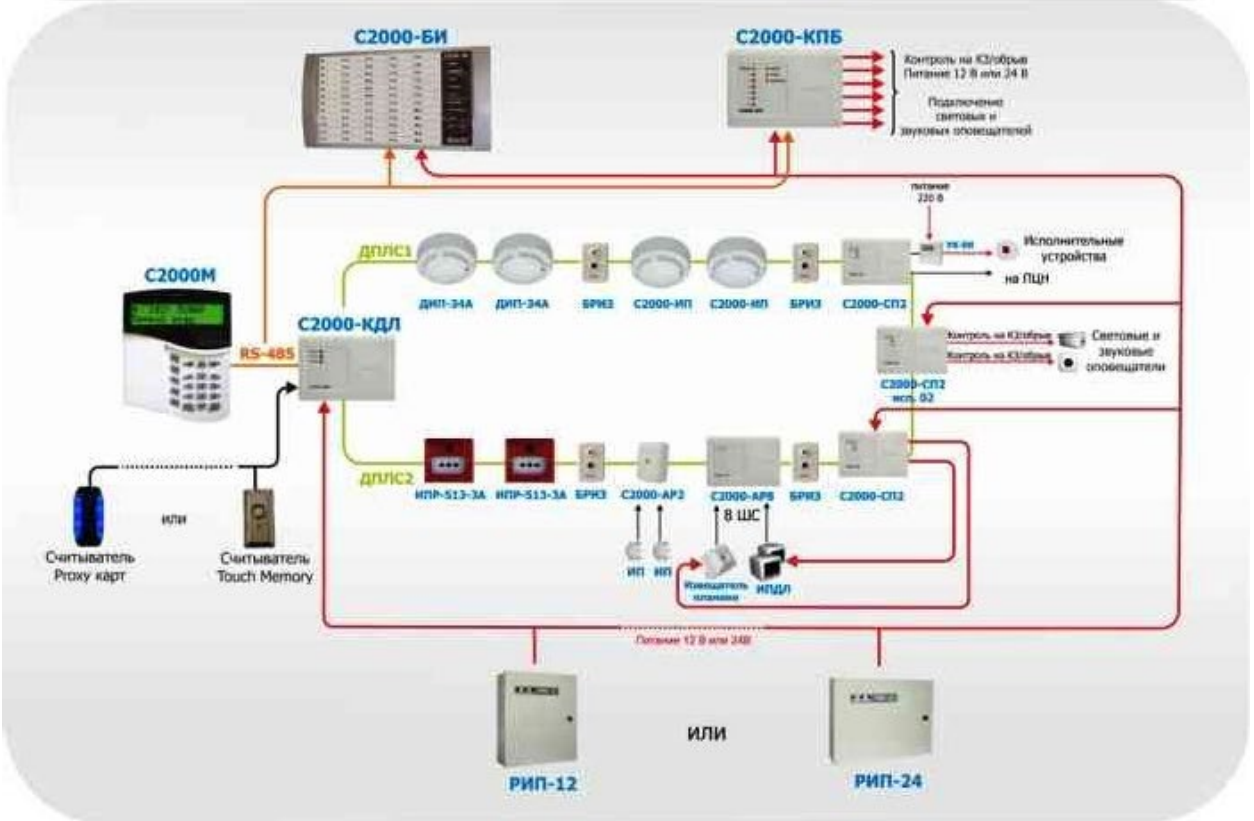
Адресно-аналоговые системы на текущий момент являются самыми прогрессивными, они обладают всеми преимуществами адресно-пороговых систем, а также дополнительным функционалом. В таких системах решение о состоянии объекта принимает ПКП, а не ПИ. В конфигурации ПКП для каждого подключенного адресного устройства заданы пороги срабатывания (Норма, Внимание и Пожар). Это позволяет гибко формировать режимы работы пожарной сигнализации для помещений с разной степенью внешних помех (пыль, уровень производственной задымленности и др.), в том числе в течение суток. ПКП постоянно производит опрос подключенных устройств и анализирует полученные значения, сравнивая их с пороговыми значениями, заданными в его конфигурации.

Уже на этапе завершения пуско-наладочных работ адресная опросная СПС отличается наименьшей стоимостью. С учетом стоимости дальнейшей эксплуатации вложение в оборудование адресно-аналоговых систем с комплексом технических возможностей соизмеримо с вложением в традиционную или адресную неопросную систему.

Только неосведомленность пользователей о реальных ценах и технических показателях приводит к тому, что на отечественном рынке доминируют традиционные и присутствуют адресные неопросные СПС.

Доля рынка:	в России	в Европе
Пороговые	85 %	40 %
Адресные неопросные	2,5 %	Нет
Адресные опросные	2,5 %	Нет
Адресно--аналоговые	10 %	60 %


С2000М
RS-232
RS-485
Сигнал-20П
Реле 1
Реле 2
Реле 3
Реле 4
Реле 5
20 шлейфов сигнализации
ИПР 513-3М
ИПР 513-3М
Пожарные извещатели
Пороговая система пожарной сигнализации
Сигнал-10
Реле 1
Реле 2
Реле 3
Реле 4
10 шлейфов
С2000-ИП-ПА
ДИП-34ПА
ИПР 513-3ПАМ
Адресно-пороговые извещатели
сигнализации
ИПР 513-3М
ИПР 513-3М
Пороговые извещатели
Адресно-пороговая система пожарной сигнализации
С2000-КДЛ
До 127 адресных устройств
С2000-ИП-02-02
ДИП-34А-01-02
С2000-СП2
С2000-СП2 исп. 02
БРИЗ
ИП
ИП
С2000-АР8
БРИЗ исп.01
ИПР 513-3АМ
Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации


С2000-БИ
С2000-КПБ
Контроль на КЗ/обрыв
Питание 12 В или 24 В
Подключение световых и звуковых оповещателей
С2000М
RS-485
С2000-КДЛ
ДПЛС1
ДИП-34А
ДИП-34А
БРИЗ
С2000-ИП
С2000-ИП
БРИЗ
С2000-СП2
Исполнительные устройства
на ПЦН
Световые и звуковые оповещатели
С2000-СП2 исп. 02
ДПЛС2
ИПР-513-3А
ИПР-513-3А
БРИЗ
С2000-АР2
С2000-АР8
БРИЗ
С2000-СП2
8 ШС
ИП
ИП
ИПДЛ
Считыватель Proxy карт
или
Считыватель Touch Memory
РИП-12
или
РИП-24

ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ

Пожарный извещатель (ПИ) — устройство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и формирования сигнала о пожаре или о текущем значении его факторов

Датчики – элементы ПИ, преобразующие различные неэлектрические величины в электрические сигналы.

Автоматический ПИ - ПИ, реагирующий на факторы, сопутствующие пожару.

Зона контроля пожарной сигнализации (ПИ) – совокупность площадей, объемов помещений объекта, появление в которых факторов пожара будет обнаружено ПИ.

ПИ обнаруживает возгорание и активируется по одной из причин:

1. Резкое повышение температуры в помещении
2. В воздухе резко повышается концентрация частиц дыма
3. Появление в окружающей среде излучения, испускаемого открытым пламенем
4. Выделение газов.

Точечный ПИ – реагирующий на факторы пожара в компактной зоне.

Многоточечный ПИ - контролирует наличие факторов пожара в нескольких компактных зонах, распределенных в пространстве

Линейный ПИ – реагирующий на факторы пожара в протяженной, линейной зоне (кабель, который позволяет обнаружить фактор пожара в любом месте на всем протяжении и является единым датчиком непрерывного действия).

Объемный ПИ – реагирующий на факторы пожара в объеме помещения.

Максимальный (пороговый) ПИ – формирующий извещение о пожаре при превышении установленного порогового значения фактора пожара.

Дифференциальный ПИ – формирующий извещение о пожаре при превышении установленного порогового значения скоростью нарастания фактора пожара.

Максимально-дифференциальный ПИ – совмещающий функции максимального и дифференциального.

Комбинированный ПИ – реагирующий на два или более фактора пожара.

Автономный ПИ – в корпусе объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного извещения о нем.

По способу электропитания ПИ подразделяют на:
- пассивные (не потребляющие ток);
- активные:
- питаемые по ШС
- питаемые по отдельному проводу

По возможности установки адреса в ПИ их подразделяют на:
- неадресные (не имеют индивидуального адреса)

- адресные (передают код своего адреса вместе с извещением о пожаре на ПКП)

Существуют и другие виды классификации пожарных извещателей каждого конкретного типа

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ИП X1 X2X3 - X4 - X5 – для извещателей, реагирующих на один из факторов пожара

X1 X2X3 X5
ИП- - X4 -
X1' X2'X3' X5'

- для комбинированных извещателей (2 фактора)

Аббревиатура «ИП» определяет наименование “извещатель пожарный”

Элемент X1 обозначает контролируемый признак пожара; одно из цифровых обозначений:

1 - тепловой
2 - дымовой
3 - пламени
4 - газовый
5 - ручной
6....8 - резерв
9 - при контроле других признаков пожара

Элемент X2X3 обозначает принцип действия ПИ

Тепловые с использованием:

1 01 - зависимости электрического сопротивления элементов от температуры
1 02 - термо-ЭДС
1 03 - линейного расширения
1 04 - плавких или сгораемых вставок
1 05 - зависимости магнитной индукции от температуры
1 06 - эффекта Холла
1 07 - объемного расширения (жидкости, газа)
1 08 - сегнетоэлектриков
1 09 - зависимости модуля упругости от температуры;
1 10 - резонансно-акустических методов контроля температуры

Дымовые

2 11 — радиоизотопный; 2 12 — оптический

Пламени

3 29 — ультрафиолетовый; 3 30 — инфракрасный

13 - электроиндукционный
14 - с использованием эффекта “памяти формы”
15...28 — резерв
31 - термобарометрический
32 - с использованием материалов, изменяющих оптическую проводимость в зависимости от температуры

33 - аэроионный
34 - термошумовой
35 - при использовании других принципов действия ПИ

Элемент Х4 обозначает порядковый номер разработки ПИ данного типа

Элемент Х5 обозначает класс ПИ

Пример условного обозначения ПИ «ИП 3 29 - 3 - С2», где 3 - ПИ пламени, 29 - ультрафиолетового спектра

Пример условного обозначения комбинированного ПИ:

2 12 2 - дымовой, 12 - оптический
ИП---------1 - А1, где
1 01 1 - тепловой, 01 - с использованием зависимости электрического сопротивления от Т°

ПИ может иметь условное наименование (ДТЛ, Пульсар)

Современная противопожарная защита объекта - это комплекс мер, в котором все более определяющую роль играют технические средства предотвращения и обнаружения пожара

Залогом успеха раннего, а главное, точного обнаружения пожара является грамотный выбор оборудования, в особенности ПИ как первого рубежа защиты

ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

СП5.13130.2009

13.1.8. В том случае, когда в зоне контроля преобладающий фактор пожара не определен, рекомендуется применять комбинацию ПИ, реагирующих на различные факторы пожара, или комбинированные ПИ.

Примечание - Преобладающим фактором пожара считается фактор, обнаружение которого происходит на начальной стадии пожара за минимальное время.

13.1.10. Выбор типов ПИ в зависимости от назначения защищаемых помещений и вида пожарной нагрузки рекомендуется производить в соответствии с Приложением М.

13.1.11. ПИ следует применять в соответствии с требованиями данного СП, иных нормативных документов по пожарной безопасности, а также технической документации на ПИ конкретных типов.

Исполнение ПИ должно обеспечивать их безопасность по отношению к внешней среде в соответствии с требованиями.

ПИ должны обеспечивать их устойчивость к воздействиям климатических, механических, электромагнитных, оптических, радиационных и иных факторов внешней среды в местах размещения ПИ.

ТЕПЛОВЫЕ ПИ

Назначение тепловых пожарных извещателей – преобразовывать нагревание в электрический сигнал и передавать на ПКП сигнал “пожар”.

Тепловой ПИ – пожарный извещатель, реагирующий на определенное значение температуры и (или) скорости ее нарастания (СП5.13130.2009 п.3.104).

Преимущества:
- высокая точность (вероятность) обнаружения пожара;
- высокая чувствительность;
- низкая инерционность;
- простота монтажа и эксплуатации

Недостатки:
- относительно высокая стоимость;
- неустойчивость к электромагнитным помехам;
- влияние воздушных потоков на чувствительность ПИ;
- малый выбор температурных классов;

ПРИМЕРЫ ТЕПЛОВЫХ ПИ

ИП-101 с использованием зависимости электрического сопротивления элементов от температуры. Чувствительные элементы – термосопротивление, полупроводниковые приборы.

ИП 101-29-PR — адресный. Максимально-дифференциальный. Не реагирует на изменение влажности, наличие пламени, естественного или искусственного освещения.

ИП-102 с использованием термо-ЭДС. Чувствительный элемент – термопара (термобатарея).

ДПС-038 (датчик пожарной сигнализации). Дифференциальный
Для работы во взрывоопасных и обычных помещениях.

ДПС-1АГ, ДТБГ – для работы в воздушном потоке

ИП-103 с использованием линейного расширения. Чувствительный элемент – биметаллическая пластина, состоит из 2-х спрессованных слоев металла с разным коэффициентом линейного расширения. При нагревании металл с большим коэффициентом удлиняется больше и давит на другой слой, в результате пластина прогибается и контакт размыкается.

АТИМ-3 (автоматический тепловой извещатель максимальный). Максимального действия.

ДТКБ (датчик температурный камерный биметаллический), применяется в камерах с неагрессивной газообразной средой. Максимального действия.

МДПИ-028 (максимально-дифференциальный пожарный извещатель).

ИП-104 с использованием плавких или сгораемых вставок. Устройство: розетка, подпружиненные пластины, скрепленные сплавом Вуда (нормально замкнутые).

ИП-105 с использованием зависимости магнитной индукции от температуры ИТМ (извещатель тепловой магнитный) ИП-105-2/4. Чувствительный элемент – «геркон» (герметичный контакт) и магнит. При нормальной температуре контакты замкнуты под действием магнитного поля. При повышении температуры магнитное поле ослабляется, контакты размыкаются.

ИП 107 - объемного расширения. Чувствительный элемент - медная или стальная трубка, наполненная жидкостью или сжатым газом. Нагревание приводит к изменению давления в трубке, которое оценивает датчик давления и выдает сигнал на электронный блок, который в свою очередь оценивает изменение электрического сигнала и выдает значение измеренной температуры.

ИП-109 - зависимость модуля упругости от температуры.

Оптические линейные ПИ относятся к тепловым извещателям с использованием материалов, изменяющих оптическую проводимость в зависимости от изменения температуры. В качестве чувствительного элемента используется оптико-волоконный кабель.

ТРЕБОВАНИЯ

13.1.4. Тепловые ПИ следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается тепловыделение, а применение ПИ других типов невозможно из-за наличия факторов, приводящих к их срабатываниям при отсутствии пожара.

13.1.5. Дифференциальные и максимально-дифференциальные тепловые ПИ следует применять для обнаружения очага пожара, если в зоне контроля не предполагается перепадов температуры, не связанных с возникновением пожара, способных вызвать срабатывание ПИ этих типов.

Максимальные тепловые ПИ не рекомендуется применять в помещениях, где температура воздуха при пожаре может не достигнуть температуры срабатывания ПИ или достигнет ее через недопустимо большое время.

13.1.6. При выборе тепловых ПИ следует учитывать, что температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных ПИ должна быть не менее чем на 20 °С выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении.

ДЫМОВЫЕ ПИ

Дымовой ПИ - ПИ, реагирующий на частицы твердых или жидких продуктов горения и (или) пиролиза в атмосфере

Пиролиз - необратимый термический процесс разложения веществ без окисления

Дымовые ПИ классифицируются по принципу действия
Радиоизотопные – ИП 211;
Оптические – ИП 212

Является наиболее популярным типом извещателя. Для защиты административно-бытовых помещений разрешено использование только дымовых ПИ. Недостатком таких извещателей является то, что они могут сработать при большом количестве пара или пыли в помещении. ПИ включает в себя источник - светодиод. Он предназначен для выработки световых импульсов. В ситуации, когда дыма минимальное количество, приемник (фотодиод) принимает незначительный объем энергии, за счет чего вырабатывается сигнал первого уровня. Когда происходит возгорание и возникает дым, который поступает в основной элемент оптической камеры и за счет этого процесса начинает функционировать фотоприемник

ДАТЧИКИ ДЫМА
РАДИОИЗОТОПНАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА

При помещении источника радиации (плутоний 238) между электродами воздух ионизируется, то есть образуются свободные носители зарядов электроны (-) и ионы (+), которые притягиваются к соответствующим пластинам. В дежурном режиме в цепи протекает электрический ток (ток ионизации). При появлении дыма в виде мельчайших твердых частиц, препятствующих движению электронов и ионов, ток ионизации уменьшается

На этом принципе работают ПИ типов ИП 211-1АЛ «ИП-01Л», РИД-1 (радиоизотопный извещатель дымовой), РИД-6М

ЭЛЕКТРО – ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА

На электроды периодически подается напряжение, достаточное для ионизации воздуха, то есть в дежурном режиме между пластинами проскакивает искра, в цепи второй пары электродов протекает электрический ток. При появлении дыма напряжения для ионизации воздуха недостаточно и ток в цепи не протекает

ОПТИКО – ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЫМОВЫЕ ПИ

Принцип действия основан на прохождении светового луча, пропаданию сигнала при появлении дыма в определенной концентрации или отражения от частиц дыма

На этом принципе работают ПИ типа ДИП-2 (ИП 212-2), ИП 212-3СУ, ДИП-3 (ИП 212-5), ИП 212-41М, ИП 212-45 (ДИП-45), ИП 212-64 адресно-аналоговый,
ИП 212-90, ИП 212-91, ДИП 34ПА порогово-адресный, ДИП-34А-01-02 адресно-аналоговый, СКАТ, ИДФ-1М, ФЭУП-М, ИДПЛ (Извещатель Дымовой Пожарный Линейный), ИП 212-52М

Выбирая дымовой ПИ необходимо обращать внимание на параметры помещения, так как каждое устройство характеризуется определенным радиусом реагирования на дым

Ионизационный дымовой ПИ имеет большой недостаток - в процессе работы происходит ионизация воздуха, поэтому его использование запрещено в помещениях, где постоянно находятся люди

ТРЕБОВАНИЯ

13.1.12. Дымовые ПИ, питаемые по шлейфу пожарной сигнализации и имеющие встроенный звуковой оповещатель, рекомендуется применять для оперативного,

локального оповещения и определения места пожара в помещениях, в которых одновременно выполняются следующие условия:
- основным фактором возникновения очага загорания в начальной стадии является появление дыма;
- в защищаемых помещениях возможно присутствие людей

Такие ПИ должны включаться в единую СПС с выводом тревожных извещений на ПКП, расположенный в помещении дежурного персонала

Примечания:

1. Данные ПИ рекомендуется применять в гостиницах, лечебных учреждениях, экспозиционных залах музеев, картинных галереях, читальных залах библиотек, помещениях торговли, вычислительных центрах
2. Применение данных ПИ не исключает оборудование здания системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

ПИ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ (СВЕТОВЫЕ)

ПИ пламени: прибор, реагирующий на электромагнитное излучение пламени или тлеющего очага

Классификация по типу излучения:

- реагирующие на УФ спектр излучения – ИП 329
- реагирующие на ИК спектр излучения – ИП 330
- видимого спектра излучения
- многодиапазонные

Применяются для защиты зон, где необходима высокая эффективность обнаружения, поскольку происходит в начальной фазе пожара, когда температура в помещении ещё далека от значений, при которых срабатывают тепловые ПИ

Обеспечивают возможность защиты зон со значительным теплообменом и открытых площадок, где невозможно применение тепловых и дымовых ПИ

Применяются также для организации контроля наличия перегретых поверхностей агрегатов при авариях, например, для обнаружения пожара в салоне автомобиля, под обшивкой агрегата, контроля наличия твёрдых фрагментов перегретого топлива на транспортёре

Особенности технических характеристик

1. Защищаемая площадь определяется в зависимости от угла обзора ПИ, дальности обнаружения пламени и того, как они установлены
2. Инерционность всех извещателей пламени до 3 с
3. Высокая скорость срабатывания
4. Высокая цена
5. Фоновая освещенность (помехозащищенность от света других источников) – величина освещенности ПИ другими источниками света, которая не будет вызывать ложного срабатывания

Применение ПИ открытого пламени для защиты высоких помещений большого объёма более целесообразно, чем использование традиционных тепловых и дымовых ПИ

Наибольшее применение нашли во взрывоопасных помещениях. Многие имеют взрывозащищенное исполнение и включаются в блок запуска установок пожаротушения

Чувствительные элементы

Фоторезистор – полупроводниковый элемент, работающий в видимой и ИК области спектра

Счетчик фотонов – газонаполненный фотоэлемент, работающий в УФ области спектра

Аналогичный современный чувствительный элемент – газоразрядный индикатор фотонов

Принцип действия - основан на преобразовании излучения, находящегося в поле зрения чувствительного элемента, в электрический сигнал, последующей его обработки и принятия по определенным критериям решения о наличии возгорания

Примеры

Аметист (ИП-329-5), ИП 329-10-1, СИ-1 - световой извещатель, АИП-2М - автоматический извещатель пламени, ДПИД - датчик пожарный инфракрасный дифференциальный, ФРТ-1 - фотореле точечное, ИК – инфракрасный, Пульсар 1-01, Спектрон-204

ТРЕБОВАНИЯ

13.1.2. ПИ пламени следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается появление открытого пламени или перегретых поверхностей (как правило, свыше 600 °С), а также при наличии пламенного горения, когда высота помещения превышает значения предельные для применения ПИ дыма или тепла, а также при высоком темпе развития пожара, когда время обнаружения пожара ПИ иного типа не позволяет выполнить задачи защиты людей и материальных ценностей

13.1.3. Спектральная чувствительность ПИ пламени должна соответствовать спектру излучения пламени горючих материалов, находящихся в зоне контроля ПИ

ГАЗОВЫЕ ПИ

Газовый ПИ: ПИ, реагирующий на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов

Газовые ПИ должны быть комплексными

Для одновременного измерения низких концентраций пожарных газов и высоких концентраций горючих газов ПИ должен иметь динамический диапазон в 4 порядка, которым обладают только полупроводниковые приборы

Конструируются на основе газовых анализаторов

Должны реагировать, как минимум, на один из газов при концентрации в пределах:
CO2 – 1000…1500 ppm
CO – 20…80 ppm (I класс – 20…40 ppm, II – 41…80 ppm)
CxHy – 10…20 ppm

В основе газового ПИ лежит принцип детектирования газов, выделяющихся при термическом разложении органических материалов, например:
- при перегреве электрических кабелей

- при коротком замыкании и искрении контактов
- при неисправности электронагревательных приборов
- при неисправности в работе газовых котлов и систем
- при повышенном трении резиновых транспортеров

Имеется возможность детектировать газы (водород, окислы азота, хлор-органику, аммиак и другие), специфические для горения конкретных материалов

Примеры:

Извещатель пожарный газовый СГС-99 (модели А и Б)

Предназначен для раннего обнаружения очагов возгорания и тления, а также для сигнализации о возникновении пожаро- и взрывоопасной обстановки

Газовые ПИ рекомендуется применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается выделение определенного вида газов в концентрациях, которые могут вызвать срабатывание ПИ

Газовые ПИ не следует применять в помещениях, в которых в отсутствие пожара могут появляться газы в концентрациях, вызывающих срабатывание ПИ

РУЧНЫЕ ПИ

Ручной ПИ: устройство, предназначенное для ручного включения сигнала пожарной тревоги в системах пожарной сигнализации и пожаротушения

Применение ручных ПИ обусловлено тем, что человек может заметить возгорание раньше, чем ОФП разовьется до значения, достаточного для сработки автоматических ПИ, и в этом случае, следуя по путям эвакуации, он вручную подает сигнал о возгорании на ПКП, а как следствие и на смежные системы

ФЗ-123. Статья 83. п.9

Ручные ПИ должны устанавливаться на путях эвакуации в местах, доступных для их включения при возникновении пожара

Ручной ПИ приводится в действие (как правило после открывания крышки или разбивания стекла):
- нажатием на кнопку
- нажатием на пластину
- поворотом ручки
- сдвигом пластины
- другим способом

СП 5.13130-2009. Приложение Н. Места установки ручных ПИ в зависимости от назначения зданий и помещений

1. Производственные здания, сооружения и помещения (цеха, склады и т. п.)
- одноэтажные: вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов
- многоэтажные: то же, а также на лестничных площадках каждого этажа

2. Кабельные сооружения (туннели, этажи и т.п.):

у входа в туннель, на этаж, у аварийных выходов из туннеля, у разветвления туннелей

3. Административно-бытовые и общественные здания:

в коридорах, холлах, вестибюлях, на лестничных площадках, у выходов из здания

ВЫБОР ТИПА ПИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СПС

СП 5.13130.2009 «Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические»
Приложение М (рекомендуемое)
ВЫБОР ТИПОВ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ ЗАЩИЩАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ И ВИДА ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ

1.Производственные здания:

1.1 С производством и хранением:
изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожевенных, табачных, меховых и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка
Дымовой, тепловой, пламени

лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции
Тепловой, пламени

щелочных металлов, металлических порошков
Пламени

муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли
Тепловой, пламени

1.2 С производством:
бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции
Дымовой, тепловой, пламени

1.3 С хранением:
негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов
Дымовой, тепловой, пламени

2. Специальные сооружения:

2.1 Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые
Дымовой, тепловой

2.2 Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами
Пламени, тепловой

2.3 Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей
Дымовой, тепловой, пламени

3 Административные, бытовые и общественные здания и сооружения

3.1 Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками

Дымовой

3.2 Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино- и светопроекционные, аппаратные, фотолаборатории

Дымовой, тепловой, пламени

3.3 Административно-хозяйственные помещения, машиносчетные станции, пульты управления, жилые помещения

Дымовой, тепловой

3.4 Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий

Дымовой, тепловой

3.5 Помещения музеев и выставок

Дымовой, тепловой, пламени

4. Здания и помещения с большими объемами:
Атриумы, производственные цеха, складские помещения, логистические центры, торговые залы, пассажирские терминалы, спортивные залы и стадионы, цирки и пр.

Дымовой

5. Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверные, Data и Call центры, центры обработки данных

Дымовой

Как видно из таблицы, не во всех случаях возможно однозначное определение типа ПИ. Тогда рассчитываются значения критической продолжительности пожара по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимого значения в зоне пребывания людей (по формулам):
- по повышенной температуре;
- по потере видимости;
- по пониженному содержанию кислорода;
- по каждому из газообразных токсичных продуктов горения
(углекислого CO2, угарного газа CO, хлористого водорода HCL)

Далее находится наименьшее время наступления одного из ОФП

По нему определяется тип ПИ (тепловой или другой)

ТРЕБОВАНИЯ

В каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух ПИ

Допускается устанавливать один ПИ, если одновременно выполняются следующие условия:

а) площадь помещения не больше площади, защищаемой одним ПИ, указанной в технической документации на него;

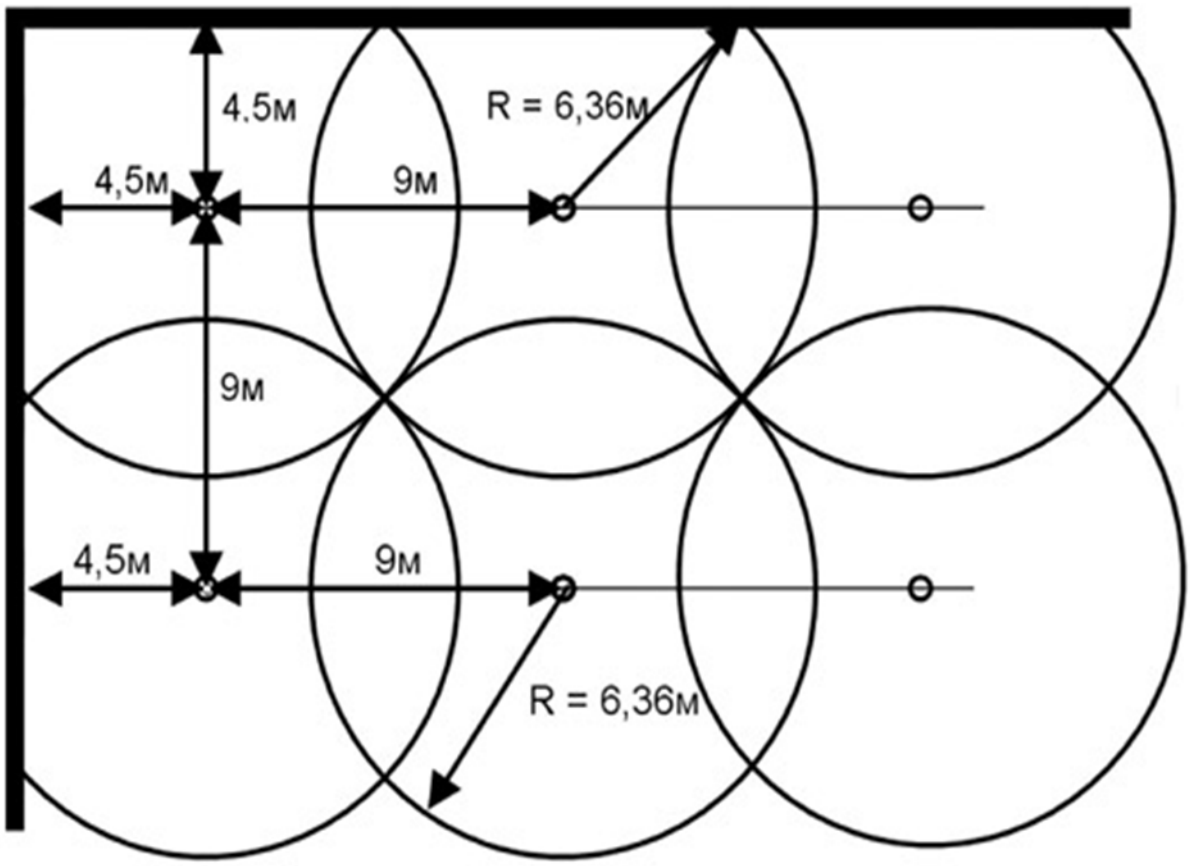
б) обеспечивается автоматический контроль работоспособности ПИ, подтверждающий выполнение им своих функций с выдачей извещения о неисправности на ПКП;

в) обеспечивается идентификация неисправного ПИ приемно-контрольным прибором;

г) по сигналу с ПИ не формируется сигнал на запуск аппаратуры управления, производящей включение автоматических установок пожаротушения, дымоудаления или систем оповещения 5-го типа

При размещении нескольких ПИ требуется, чтобы была обеспечена защищенность каждой точки помещения (отсутствия «слепых зон»). Это достигается взаимным перекрытием зон защиты. Конечно, при этом существенно уменьшается площадь обслуживания каждого ПИ и, соответственно, увеличивается их количество

ПРИМЕР ПРАВИЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ



ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Задача СПС заключается не только в том, чтобы принять извещение о возникновении очага возгорания, но и в том, чтобы в полном объеме передать сигналы управления на другие средства пожарной автоматики и другое технологическое оборудование

Срабатывание ПИ определяется с помощью специальных приемно-контрольных приборов, которые оценивают изменение электрического параметра чувствительного элемента ПИ

Кроме электронного извещения о пожаре могут выдавать адрес (код) ПИ, а также значение расстояния в метрах до предполагаемого места пожара

Приемно-контрольный прибор (ПКП) – устройство для приема сигналов от ПИ, обеспечения электропитанием активных (токопотребляющих) ПИ, выдачи информации на *пульты централизованного наблюдения* (ПЦН), а также формирования стартового импульса запуска *прибора управления пожарного* (3.73)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПКП

По информационной емкости (числу шлейфов сигнализации):
- малой (1 - 5);
- средней (6 - 50);
- большой (от 50)

В каждый шлейф может включаться до определенного количества ПИ (1-5, 8, 16, 20, 24,32, 100,120, 800)

По информативности (количество видов извещений):
- малой (1 – 2);
- средней (3 – 5);
- большой (от 6)

Виды извещений: «Пожар», «Внимание», «Обрыв ШС», «Авария питания», «Неисправность» и другие

ПКП должны обеспечивать следующие функции:

1)прием электрических сигналов от ручных и автоматических ПИ со световой индикацией номера шлейфа, в котором произошло срабатывание ПИ, и включением звуковой и световой сигнализации

2) контроль исправности шлейфов сигнализации (далее ШС) по всей их длине с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания в них, а также световую и звуковую сигнализацию о возникшей неисправности

3) контроль замыкания шлейфов сигнализации и линий связи на землю (если это препятствует нормальной работе ПКП);

4) ручной или автоматический контроль работоспособности и состояния узлов и блоков ПКП с возможностью выдачи извещения об их неисправности во внешние цепи;
5) ручное выключение любого из ШС, при этом выключение одного или нескольких ШС должно сопровождаться выдачей извещения о неисправности во внешние цепи

6) ручное выключение звуковой сигнализации о принятом извещении с сохранением световой индикации, при этом выключение звуковой сигнализации не должно влиять на

прием извещений с других ШС и на ее последующее включение при поступлении нового тревожного извещения

7) преимущественную регистрацию и передачу во внешние цепи извещения о пожаре по отношению к другим сигналам, формируемым ПКП

8) посылку в ручной ПИ обратного сигнала, подтверждающего прием поданного им извещения о пожаре

9) защиту органов управления от несанкционированного доступа посторонних лиц

10) автоматическую передачу раздельных извещений о пожаре, неисправности ПКП и несанкционированном проникновении посторонних лиц к органам управления

11) формирование стартового импульса запуска прибора управления пожарного при срабатывании двух ПИ, установленных в одном защищаемом помещении, с выдержкой не менее 30 с и без выдержки для помещений, в которых пребывание людей не предусмотрено

12) автоматическое переключение электропитания с основного источника на резервный и обратно с включением соответствующей индикации без выдачи ложных сигналов во внешние цепи (допускается отсутствие у ПКП данной функции, если его электропитание осуществляется от резервированного источника питания, выполняющего данную функцию)

13) возможность включения в один шлейф сигнализации активных (энергопотребляющих) и пассивных ПИ

14) контроль состояния резервного источника питания (аккумулятора)

15) возможность программирования тактики формирования извещения о пожаре

Допускается отсутствие у ПКП функций, указанных в пунктах 3–6, 8, 10, 11, 13–15

ПКП устанавливается внутри охраняемого объекта и рассчитан на круглосуточный режим работы

Принцип работы основан на контроле напряжения в ШС. Любое изменение величины напряжения, вызванное повреждением ШС или срабатыванием установленных в него ПИ, превышающее заданные пределы, приводит к переходу ПКП из «Дежурного режима» в режим «Пожар»

Дальнейшая работа прибора осуществляется по запрограммированному алгоритму

ПЕРЕЧЕНЬ ПКП

Малой информационной емкости:

Одношлейфные: Сигнал 31, Сигнал 37, Сигнал 37А, УОТС-1-1, Нота, Луч,

Сигнал ВКА, ВЭРС-ПК1, Гранит ПУ, Кварц, Сигнал ВКП, Мурзик-1

Двухшлейфные: Сигнал 38М, УОТС-1, Сигнал ВК-2, Атолл-2, Гранит-2, Мурзик-3, АСПС 04-23-1410, Аметист, Триумф-2, С2000 АСПТ, Сигнал ВК-2, А6-02 Партнер, Нота-2, ВЭРС-ПК2

Трехшлейфные: Контур 1А, Контур 1 АТ

Четырехшлейфные: Сигнал 39, Сигнал 43, Сигнал 47, Аккорд-1, Контур 4А, Астра ПК-4, Гранит-4, ВЭРС-ПК4, Сигнал ВК-4П, АСПС (Бирюса), Триумф, Барс, Лигард-4

Пятишлейфные: Радуга

Средней информационной емкости:

Восьмишлейфные: Нефрит-8, Лигард 02, , Астра 781, Гранит-8, Аккорд-2, ВЭРС-ПК8

Шестнадцатишлейфные: Лигард 03, Нефрит-16, Пульсар 21, ВЭРС-ПК16, Гранит-16

Двадцатишлейфные: Сигнал-20

Двадцатичетырехшлейфные: Гранит-24, Минитроник-24, ВЭРС-ПК24

Тридцатидвухшлейфные: Ладога, Виста 101 (до 36 ШС), Атолл-32, ВЭРС-ПК32

Большой информационной емкости: Сирень-2М (120 ШС), Нева 10, Сатурн 100, Центр-М, Атлас 1,2, Триумф-800

Адресно-аналоговые: Кодос А-20 (до 200 зон), Кодос МИ, Спрут М, Рубеж 8 (до 100 ШС), С2000, «Орион», Барьер 2000, Заря С, адресный модуль АМ-99 «Леонардо»

ТРЕБОВАНИЯ

На объектах, на которых необходимо иметь системы локального автоматического пожаротушения, или дымоудаления, или речевого оповещения, в качестве средств передачи извещений в одну сторону и сигналов управления в другую целесообразно использовать адресные или распределенные системы пожарной сигнализации

Системы пожарной сигнализации, применяемые на таких объектах, должны иметь максимальную защищенность от ложных срабатываний

Приборы управления должны быть максимально приближены к исполнительным устройствам, а взаимодействие с ПКП должно осуществляться по цифровому каналу, в качестве которого может выступать адресный шлейф ПКП.

В адресных системах пожарной сигнализации с ПКП необходимо иметь возможность контроля текущего состояния каждой в отдельности установки автоматического пожаротушения или приборов управления, работающих с ними

В адресных системах пожарной сигнализации должна быть предусмотрена возможность вывода на самостоятельные приборы управления необходимых сигналов для реализации алгоритмов управления дымоудалением и подпором воздуха в зависимости от места возникновении очага возгорания

В составе адресных систем пожарной сигнализации необходимо иметь устройства управления локальными системами речевого оповещения с контролем всех цепей по постоянному току и с возможностью программирования алгоритма формирования путей эвакуации

В системах пожарной сигнализации должны быть предусмотрены цепи управления состоянием дверей тамбур-шлюзов перед лифтами и дверьми на путях эвакуации, оборудованными электромеханическими или электромагнитными замками.

Концепция создания интегрированных систем безопасности

На российском рынке в последние годы наблюдается бурное развитие систем комплексной безопасности (СКБ) объектов. Это уже сейчас приводит к тому, что многие производители, монтажные организации, а также потребители и заказчики нередко сталкиваются с определенными трудностями при оценке и выборе подобных систем

Одной из самых главных причин такой ситуации является отсутствие общепринятой терминологии и критериев оценки в области интегрированных и комплексных систем безопасности. Отсюда разное отношение к этому вопросу и разночтения

Интегрированные (комплексные) системы безопасности - это комплекс подсистем:
охранно-пожарной сигнализации (ОПС)
контроля и управления доступом (СКУД)
автоматических установок пожаротушения (АУПТ)
видеонаблюдения
сбора и обработки информации поступающей от источников (извещателей, датчиков, видеокамер и т.д.)
других, имеющих единый узел управления

Подавляющее большинство существующих интегрированных систем безопасности (ИСБ) представляют собой аппаратно-программные комплексы с компьютерами, объединенные в сеть

ИСБ позволяют выполнять следующие действия:
Управление охранной и тревожной сигнализацией
Управление пожарной сигнализацией
Контроль и управление доступом
Видеонаблюдение и видеоконтроль охраняемых зон
Управление АСПТ
Управление инженерными системами объектов
Управление исполнительными устройствами
Обеспечение контроля за технологическими процессами

Существует две концепции построения ИСБ:

при объединении уже имеющихся на объекте систем безопасности (ОПС, СКУД, АУПТ, видеонаблюдения) под единый центр управления ими
при построении на объекте ИСБ на «пустом месте» Обычно это новые, открывающиеся предприятия или фирмы

Интеграции оборудования в ИСБ может быть осуществлена по следующим принципам (уровням):
релейный
аппаратный
программный

При интеграции на релейном уровне соединение оборудование происходит довольно примитивным образом – с помощью контактов

Для интеграции на аппаратном уровне оборудование и устройства различных систем должны поддерживать обмен данными между собой, но при этом отсутствует алгоритм действий

Интеграция оборудования на программном уровне подразумевает, что все системы имеют одно программное обеспечение. Вся поступающая информация обрабатывается и оборудование действует по заранее заложенному алгоритму

Интегрированная система «Орион»

Техническая реализация ИСО «Орион» основана на использовании головного (ведущего, управляющего) сетевого контроллера системы, в качестве которого может быть пульт контроля и управления С2000 или компьютер с АРМ «Орион»

Система предназначена:
для сбора, обработки, передачи, отображения и регистрации извещений о состоянии шлейфов охранной, тревожной и пожарной сигнализации
для контроля и управления доступом
для видеонаблюдения и видеоконтроля охраняемых объектов
для управления пожарной автоматики объекта
для управления инженерными системами зданий

Система состоит из отдельных модулей, которые можно эксплуатировать, используя как один компьютер, так и сеть из нескольких машин. Каждый модуль за счет гибких настроек обеспечивает возможность специализации каждого рабочего места под определенную задачу. Состав системы наиболее полон и обеспечивает возможность проверки ее работоспособности во взаимодействии с конкретными конечными элементами системы

Технические характеристики:
число зон – 16000
число разделов – 10000
число приборов, подключаемых к линии интерфейса RS-485 – до 127
число пользователей – до 30000
длина линии интерфейса RS – 485 – до 4000 м (с усилителем – до 6000 м)

Приборы и устройства, входящие в состав системы:
приборы, имеющие радиальные шлейфы сигнализации,т.е. обычное подключение

ПКП↔ПИ↔ОУ (Сигнал – 20, Сигнал – 20П и С2000-4)
приборы подсистемы передачи извещений СПИ С2000А - контроллеры, адресные расширители, извещатели и сигнально-пусковые блоки приборы, обеспечивающие функции контроля доступа устройства управления, индикации и передачи извещений на внешние системы предназначены для обеспечения функций управления взятием под охрану, снятия с охраны разделов, контроля и управления доступом, отображения состояния разделов системы, управления исполнительными устройствами, а также передачи извещений на пульты ПЦН и пользователям системы приборы управления исполнительными устройствами пожарной автоматики, предназначенные для построения систем пожаротушения, дымоудаления, управления технологическими системами здания с распределенными исполнительными устройствами сетевые контроллеры и интерфейсные преобразователи (С2000, С2000 – КС и ПК с установленным ПО АРМ «Орион»)

Все устройства ИСО «Орион» допускают возможность изменения (настройки) конфигурационных параметров для соответствия конкретным требованиям. Поставка устройств с завода-изготовителя осуществляется с конфигурацией, ориентированной на некоторые усредненные требования типичного объекта. На реальном же объекте использование системы будет в соответствии с утвержденным проектом и с применением технических средств, не вошедших в приведенные группы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимость автоматических систем пожарной сигнализации с точки зрения последствий очень высока.

При своевременно сработавшей сигнализации пожары ликвидируются быстро. В противном случае имеют место большие материальные потери, нередки случаи гибели людей. В 2010 году в Свердловской области произошло 4867 пожаров, погибло 460 человек, травмировано 354.

В связи с этим стоит важная задача – обеспечить пожарную безопасность объектов различных форм собственности.

В решении этой задачи одно из первых мест занимает вопрос технического содержания. При проведении обследования объектов специалист пожарной безопасности должен четко знать принцип построения систем пожарной сигнализации и мог качественно проверить их работоспособность. От грамотного и строгого контроля и будет зависеть пожарная безопасность объектов.

СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ (СОУЭ)

Для информирования о пожаре предусмотрена аварийная система, которая при наличии опасных факторов пожара (дыма, сильного выделения теплоты или других) оповещает людей о наличии пожара звуковыми и световыми сигналами

Статья 52. Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара

Защита людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются устройством систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) - комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для

своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации

Технические средства оповещения и управления эвакуацией - совокупность технических средств (приборов управления оповещателями, пожарных оповещателей), предназначенных для оповещения людей о пожаре

Автоматическое управление - приведение в действие СОУЭ командным сигналом от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения

Полуавтоматическое управление - приведение в действие СОУЭ диспетчером (оператором) при получении командного сигнала от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения

Эвакуация - процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых
имеется возможность воздействия на людей ОФП

Вариант организации эвакуации (из каждой зоны пожарного оповещения) - один из возможных сценариев движения людей к эвакуационным выходам, зависящий от места возникновения пожара, схемы распространения опасных факторов пожара, объемно-планировочных и конструктивных решений здания

Зона пожарного оповещения - часть здания, где проводится одновременное и одинаковое по способу оповещение людей о пожаре

Световая сигнализация - техническое средство (элемент), имеющее источник светового излучения, воспринимаемый глазом в любое время суток

Звуковая сигнализация (в том числе и речевая) – техническое средство, имеющее источник звукового сигнала, воспринимаемый органами слуха

Эвакуационные знаки пожарной безопасности предназначены для регулирования поведения людей при пожаре в целях обеспечения их безопасной эвакуации, в том числе пожарные оповещатели

В зданиях с постоянным пребыванием людей с ограниченными возможностями по слуху и зрению должны применяться световые мигающие оповещатели или специализированные оповещатели (в том числе системы специализированного оповещения, обеспечивающие выдачу звуковых сигналов определенной частоты и световых импульсных сигналов повышенной яркости, а также другие технические средства индивидуального оповещения людей)

Выбор типа оповещателей определяется проектной организацией в зависимости от физического состояния находящихся в здании людей

При этом указанные оповещатели должны исключать возможность негативного воздействия на здоровье людей и приборы жизнеобеспечения людей

Выбор типа эвакуационных знаков пожарной безопасности, указывающих направление движения людей при пожаре (фотолюминесцентные знаки пожарной безопасности, световые пожарные оповещатели, другие эвакуационные знаки пожарной безопасности), осуществляется организацией-проектировщиком

1-ый Тип

Способы оповещения:

Звуковые («Сирена»)

Световые (мигающий сигнал, светоуказатели «Выход»)

Очередность оповещения: одна линия оповещения (с включением всех оповещателей в линию оповещения одновременно)

2-ой Тип
Способы оповещения:
Звуковые
Световые

Очередность оповещения: две и более линии оповещения (независимое включение каждой линии для обеспечения заданной очередности оповещения)

3-ий Тип
Способы оповещения:
Звуковые
Речевые (передача сообщений диспетчера и записанных текстов по трансляционной сети)
Световые
Указатели направления движения

Очередность оповещения: две и более линии оповещения

4-ый Тип
Способы оповещения:
Звуковые
Речевые
Световые
Указатели направления движения

Очередность оповещения: две и более линии оповещения

Связь зон оповещения с диспетчерской

5-ый Тип
Способы оповещения:
Звуковые
Речевые
Световые
Указатели направления движения

Очередность оповещения: две и более линии оповещения

Связь зоны оповещения с диспетчерской

Полная автоматизация управления систем оповещения и возможность реализации множества вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения

ТРЕБОВАНИЯ К ЗВУКОВЫМ И РЕЧЕВЫМ ОПОВЕЩАТЕЛЯМ

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука (уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами, производимыми оповещателями) не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения.
Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Измерение уровня звука должно проводиться на расстоянии 1,5 м от уровня пола.

В спальных помещениях звуковые сигналы СОУЭ должны иметь уровень звука не менее чем на 15 дБА выше уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении, но не менее 70 дБА. Измерения должны проводиться на уровне головы спящего человека.
Настенные звуковые и речевые оповещатели должны располагаться таким образом, чтобы их верхняя часть была на расстоянии не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до верхней части оповещателя должно быть не менее 150 мм.
В защищаемых помещениях, где люди находятся в шумозащитном снаряжении, а также в защищаемых помещениях с уровнем звука шума более 95 дБА, звуковые оповещатели должны комбинироваться со световыми оповещателями. Допускается использование световых мигающих оповещателей.
Речевые оповещатели должны воспроизводить нормально слышимые частоты в диапазоне от 200 до 5000 Гц. Уровень звука информации от речевых оповещателей должен соответствовать нормам настоящего свода правил применительно к звуковым пожарным оповещателям
Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в защищаемых помещениях должна исключать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука.
Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с нормами

Система речевого оповещения пожарная «Рокот» предназначена для трансляции речевой информации, предварительно записанных речевых сообщений при возникновении пожара или других экстремальных ситуаций.
Прибор позволяет воспроизводить два различных речевых сообщения по 8 секунд каждое:
«Внимание! Пожарная тревога! Срочно покиньте помещение»
«Включена система пожаротушения, срочно покиньте помещение»
Нужное сообщение выбирается установкой перемычек
Прибор передает сигналы оповещения при подаче напряжения питания
Конструкция прибора предусматривает его использование в настенном положении

ТРЕБОВАНИЯ К СВЕТОВЫМ ОПОВЕЩАТЕЛЯМ

Эвакуационные знаки пожарной безопасности, принцип действия которых основан на работе от электрической сети, должны включаться одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения.
В СОУЭ 5-го типа может быть предусмотрен иной порядок включения указанных эвакуационных знаков пожарной безопасности

Световые оповещатели "Выход" в зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах должны включаться на время пребывания в них людей
Световые оповещатели "Выход" следует устанавливать:
- в зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах (независимо от количества находящихся в них людей), а также в помещениях с одновременным пребыванием 50 и более человек - над эвакуационными выходами;
- над эвакуационными выходами с этажей здания, непосредственно наружу или ведущими в безопасную зону;
- в других местах, по усмотрению проектной организации, если в соответствии с положениями настоящего свода правил в здании требуется установка световых оповещателей "Выход"
Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, следует устанавливать:

- в коридорах длиной более 50 м, а также в коридорах общежитий вместимостью более 50 человек на этаже. При этом эвакуационные знаки пожарной безопасности должны устанавливаться по длине коридоров на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также в местах поворотов коридоров;
- в незадымляемых лестничных клетках;
- в других местах, по усмотрению проектной организации, если в соответствии с положениями настоящего свода правил в здании требуется установка эвакуационных знаков пожарной безопасности.
Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, следует устанавливать на высоте не более 2 метров

Оповещатель световой «Молния-12» предназначен для обозначения эвакуационных путей при возникновении опасности, а также в качестве информационного табло
Включение оповещателя происходит после подачи питающего напряжения
Корпус оповещателя выполнен разборным для возможной замены надписи

Статья 84. Требования ПБ к СОУЭ в зданиях, сооружениях и строениях

Оповещение людей о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации при пожаре в зданиях и сооружениях должны осуществляться одним из следующих способов или комбинацией следующих способов:
- подача световых, звуковых и (или) речевых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей
- трансляция специально разработанных текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, обеспечивающих безопасность людей и предотвращение паники при пожаре
- размещение и обеспечение освещения знаков пожарной безопасности на путях эвакуации в течение нормативного времени
- включение эвакуационного (аварийного) освещения
- дистанционное открывание запоров дверей эвакуационных выходов
- обеспечение связью пожарного поста (диспетчерской) с зонами оповещения людей о пожаре
- иные способы, обеспечивающие эвакуацию

Информация, передаваемая СОУЭ, должна соответствовать информации, содержащейся в разработанных и размещенных на каждом этаже зданий и сооружений планах эвакуации людей

Пожарные оповещатели, устанавливаемые на объекте, должны обеспечивать однозначное информирование людей о пожаре в течение времени эвакуации, а также выдачу дополнительной информации, отсутствие которой может привести к снижению уровня безопасности людей

В любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, уровень громкости, формируемый звуковыми и речевыми оповещателями, должен быть выше допустимого уровня шума

Речевые оповещатели должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации

Световые оповещатели должны обеспечивать контрастное восприятие информации

При разделении здания и сооружения на зоны оповещения людей о пожаре должна быть разработана специальная очередность оповещения о пожаре людей, находящихся в различных помещениях здания и сооружения

Размеры зон оповещения, специальная очередность оповещения людей о пожаре и время начала оповещения людей о пожаре в отдельных зонах должны быть определены исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре

Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей должны функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания, сооружения

Технические средства, используемые для оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей из здания, сооружения при пожаре, должны быть разработаны с учетом состояния здоровья и возраста эвакуируемых людей

Звуковые сигналы оповещения людей о пожаре должны отличаться по тональности от звуковых сигналов другого назначения

Звуковые и речевые устройства оповещения людей о пожаре не должны иметь разъемных устройств, возможности регулировки уровня громкости и должны быть подключены к электрической сети, а также к другим средствам связи

Коммуникации систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей допускается совмещать с радиотрансляционной сетью здания и сооружения

СОУЭ должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания

Здания медицинских организаций, учреждений соцзащиты населения и учреждений социального обслуживания с пребыванием людей на постоянной основе с учетом индивидуальных способностей людей к восприятию сигналов оповещения должны быть дополнительно оборудованы системами оповещения о пожаре, в том числе с использованием персональных устройств с сигналами оповещения

Системы оповещения должны обеспечивать информирование дежурного персонала о передаче сигнала оповещения и подтверждение его получения каждым оповещаемым

СОУЭ – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации

Необходимость внедрения СОУЭ регламентируется Сводом Правил СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»

Основное назначение СОУЭ - это предупреждение находящихся в здании людей о пожаре или другой аварийной ситуации и управления эвакуацией

В штатном режиме система оповещения о пожаре может создавать уютную обстановку, транслируя приятную фоновую музыку, или передавать объявления служебного или рекламного характера (например, в торговых центрах и офисных зданиях)

В случае поступления от системы пожарной сигнализации сигнала тревоги, трансляция общего назначения прерывается, и система оповещения о пожаре начинает передавать экстренное сообщение, записанное в блок памяти или зачитываемое диспетчером

Своевременное оповещение людей и управление эвакуацией обеспечивается путем разработки структуры СОУЭ, соответствующей данному типу здания, выбора технических средств и их размещения с учетом выполнения главного и частного условий безопасности

Своевременное оповещение обеспечивается:
- посредством применения малоинерционных средств обнаружения пожара;
- пожарными извещателями в помещениях, где наиболее вероятно возникновение пожара и на путях возможного распространения продуктов горения;
- предварительным анализом возможных ситуаций для определения максимально допустимого времени срабатывания СОУЭ (от момента обнаружения пожара до подачи сигналов оповещения);
- разработкой структурной схемы СОУЭ и подбором технических средств, обеспечивающих допустимое время срабатывания системы;
- применением поэтапного (неодновременного) оповещения различных групп людей в здании

Оповещение людей о пожаре осуществляется:
- подачей звуковых и (или) световых сигналов в помещениях, где люди могут подвергаться воздействию опасных факторов пожара;
- в помещениях, где могут остаться люди при блокировании эвакуационных путей пожаром

Управление эвакуацией осуществляется посредством:
- передачи по СОУЭ специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих процесс эвакуации;
- трансляции текстов, содержащих информацию о необходимом направлении движения;
включения световых указателей направления эвакуации, световых табло «Выход», систем
- «Бегущая волна», других световых средств индикации направления движения;
- дистанционного открывания дверей дополнительных эвакуационных выходов (оборудованных электромагнитными замками);
- трансляцией речевой информации о необходимости эвакуироваться, о путях эвакуации и действиях, направленных на обеспечение безопасности

СОУЭ функционально связана с системой пожарной сигнализации, выполняющей задачу обнаружения пожара, и включается по её команде

СОУЭ может проектироваться совмещенной с радиотрансляционной сетью здания (в этом случае элементы радиотрансляционной сети и помещение радиоузла должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к соответствующим элементам и диспетчерскому пульту СОУЭ)

СОУЭ классифицируются в зависимости от:
- выполняемых функций (оповещение о пожаре, управление эвакуацией);
- способа оповещения (звуковой, речевой, световой, комбинированный);
- уровня автоматизации;

- избирательности и многовариантности текстов оповещения и схем организации эвакуации;
- уровня взаимодействия с другими системами противопожарной защиты

Системы I типа

Предназначены для оповещения людей, хорошо знакомых с путями эвакуации, в зданиях (частях зданий, помещениях), из которых эвакуируется незначительное количество людей с образованием людских потоков плотностью 1 чел/м² и ниже

Системы II типа

Предназначены для многоэтажных зданий при условии, что на один выход при эвакуации с этажа приходится не более 50 человек

Системы III типа используются применительно:
- к зданиям, где находятся группы людей, существенно различающиеся по степени осведомленности о эвакуационных путях (персонал - посетители) и по способности самостоятельно эвакуироваться (медперсонал - больные, дошкольники — воспитатели и другие);
- к многоэтажным зданиям, где при эвакуации на один выход на лестничную клетку приходится более 50 чел.;
- к крупным зданиям, где одновременная эвакуация людей из всего здания нецелесообразна (пожар в одной зоне оповещения не представляет угрозы для людей в других зонах) или недопустима (на путях эвакуации образуются людские потоки с плотностью 6 чел/м² и более);

Последовательность оповещения людей в различных зонах должна определяться, исходя из условий обеспечения безопасности и с учетом следующих основных требований:
- помещения, где находится персонал, ответственный за эвакуацию, выделяются в самостоятельную зону оповещения, персонал (весь или частично) оповещается в первую очередь;
- в зданиях высотой более 9 этажей, при эвакуации из которых на лестницах образуются людские потоки (плотность 6 чел/м² и более), оповещаются люди на этаже, где возник пожар, на следующем (вышележащем) этаже и на двух последних этажах здания, после этого - в остальных помещениях выше этажа пожара, затем - в помещениях ниже этажа пожара

Интервал задержки оповещения должен составлять 30-40 секунд, но не менее половины времени эвакуации с этажа, на котором возник пожар (чтобы люди смогли покинуть коридор этого этажа до образования плотных людских потоков на лестницах)

Системы IV типа используются в следующих случаях:

- в здании могут находится одновременно 1000 и более человек;

-горизонтальные эвакуационные пути имеют значительную протяженность (90 м и более);

- планировка помещений здания достаточно сложна, что затрудняет ориентировку людей в случае эвакуации при пожаре

Схема включения световых указателей позволяет управлять эвакуацией в случае блокирования пожаром одной из лестниц в здании

Системы V типа предназначены для зданий повышенной этажности, а также многофункциональных зданий меньшей этажности, в которых могут находиться одновременно 2000 человек и более

Остальные условия применения такие же, как и СОУЭ III типа

Техническое исполнение элементов СОУЭ зависит от конкретных функциональных, геометрических и других параметров здания

1. Способы оповещения:
Звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.) – 1 и 2 тип (допускается для 3 – 5 типов);
Речевой (передача специальных текстов) –3 - 5 типы ;
Световой:
а) мигающие оповещатели (допускается для всех типов);
б) оповещатели «Выход» - 2 – 5 типы (допускается для 1 типа);
в) оповещатели с изменяющимся смысловым значением – 5 тип (допускается для 4 типа)

Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения – 4 тип (допускается для 2, 3 и 5 типов)

2. Разделение здания на зоны пожарного оповещения – 4 и 5 типы (допускается для 3 типа)

3. Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской – 4 и 5 типы (допускается для 3 типа)

4. Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения – 5 тип (допускается для 4 типа)

5. Координированное управление из одного пожарного поста (диспетчерской) всеми системами здания – 5 тип

Для остальных типов – не требуется !!!

Требования ПБ по оснащению зданий, сооружений различными типами СОУЭ

1. Детские дошкольные образовательные учреждения — 1-3 тип
2. Спальные корпуса образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений — 1-3 тип
3. Больницы, специализированные дома престарелых и инвалидов — 2-3 тип
3.1. Психиатрические больницы — 3-5 тип
4. Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпинги, мотели и пансионаты — 2-5 тип
5. Жилые здания — 1-3 тип
6. Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и т.д. в закрытых помещениях — 1-5 тип
6.1. Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами и т.д. на открытом воздухе — 1-2 тип
7. Музеи, выставки, танцевальные залы и т.д. в закрытых помещениях — 2-5 тип
8. Организации торговли — 1, 2, 4, 5 тип
8.1. Торговые залы без естественного освещения — 2, 3 типа
9. Организации общественного питания — 1-5 тип

9.1. Организации общественного питания, находящиеся в подвальном или цокольном этаже — 2, 3 тип

10. Вокзалы — 3-5 тип

11. Поликлиники и амбулатории — 2, 3 тип

12. Организации бытового и коммунального обслуживания — 1-3 тип

13. Физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани — 1-5 тип

14. Общеобразовательные учреждения, образовательные учреждения дополнительного образования, образовательные учреждения начального и среднего профессионального образования — 1-5 тип

15. Образовательные учреждения высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования специалистов — 2-5 тип

16. Учреждения органов управления, проектно-конструкторские, информационные и редакционно-издательские, научные организации, банки, конторы, офисы — 2-3 тип

17. Производственные и складские здания, стоянки для автомобилей, архивы, книгохранилища — 1-3 тип

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ (АУПТ)

СП 5.13130.2009 УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ

Приложение А. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией

Таблица А.1 ЗДАНИЯ

1. Здания складов категории В по пожарной опасности с хранением на стеллажах высотой 5,5 м и более

2. Здания складов категории В по пожарной опасности высотой два этажа и более (кроме указанных в п.1)

3. Здания архивов уникальных изданий, отчетов, рукописей и другой документации особой ценности

4. Здания и сооружения для автомобилей:

4.1. Автостоянки закрытого типа

4.1.1. Подземные, надземные высотой 2 этажа и более

4.1.2. Надземные одноэтажные

4.1.2.1. Здания I, II, III степеней огнестойкости

4.1.2.2. Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0

4.1.2.3. Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С1

4.1.2.4. Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С2, С3

4.1.3. Здания механизированных автостоянок

4.2. Для технического обслуживания и ремонта

5. Здания высотой более 30 м (за исключением жилых зданий и производственных зданий категории Г и Д по пожарной опасности)

6 Жилые здания:

6.1. Общежития, специализированные жилые дома для престарелых и инвалидов

6.2. Жилые здания высотой более 28 м

7. Одноэтажные здания из легких металлических конструкций с полимерными горючими утеплителями:

7.1. Общественного назначения

7.2. Административно-бытового назначения

8. Здания и сооружения по переработке и хранению зерна

9. Здания общественного и административно-бытового назначения (кроме указанных в п.п.11, 13)

10. Здания предприятий торговли (за исключением помещений, указанных в п.4 настоящих норм, и помещений хранения и подготовки к продаже мяса, рыбы, фруктов и овощей (в негорючей упаковке), металлической посуды, негорючих строительных материалов):

10.1. Одноэтажные (за исключением п.13):

10.1.1. При размещении торгового зала и подсобных помещений в цокольном или подвальном этажах

10.1.2. При размещении торгового зала и подсобных помещений в наземной части здания

10.2. Двухэтажные:

10.2.1. Общей торговой площадью

10.2.2. При размещении торгового зала в цокольном или подвальном этажах

10.3. Трехэтажные и более

10.4. Здания специализированных предприятий торговли по продаже легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (за исключением расфасованного товара в таре емкостью не более 20 л)

11. Автозаправочные станции (в том числе контейнерного типа), а также палатки, магазины и киоски, относящиеся к ним

12. Культовые здания и комплексы (производственные, складские и жилые здания комплексов оборудуются по требованиям соответствующих пунктов настоящего свода правил)

13. Здания выставочных павильонов:

13.1. Одноэтажные (за исключением п.12)

13.2. Двухэтажные и более

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Агрегатная - установка пожаротушения, в которой технические средства обнаружения пожара, хранения, выпуска и транспортирования огнетушащих веществ (ОТВ) конструктивно представляют собой самостоятельные единицы, монтируемые непосредственно на защищаемом объекте

Дежурный режим АУПТ: состояние готовности АУПТ к срабатыванию

Дистанционное включение (пуск) установки: включение (пуск) установки вручную от пусковых элементов, устанавливаемых в защищаемом помещении или рядом с ним, в диспетчерской или на пожарном посту, у защищаемого сооружения или оборудования

Дистанционный пульт управления: располагается в пультовой, обособленном или отгороженном помещении

Дренчерная установка пожаротушения: установка пожаротушения, оборудованная дренчерными оросителями или генераторами пены

Инерционность установки пожаротушения: время с момента достижения контролируемым фактором пожара порога срабатывания чувствительного элемента пожарного извещателя, спринклерного оросителя либо побудительного устройства до начала подачи ОТВ в защищаемую зону

Местный пульт управления: располагается в непосредственной близости от управляемого технического средства АУПТ

Местное включение (пуск) установки: от пусковых элементов, устанавливаемых в помещении насосной станции или станции пожаротушения, а также от пусковых элементов, устанавливаемых на модулях пожаротушения

Модуль пожаротушения: устройство, в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи ОТВ при воздействии пускового импульса на привод модуля

Модульная установка пожаротушения: установка пожаротушения, состоящая из одного или нескольких модулей, объединенных единой системой обнаружения пожара и приведения их в действие, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения и размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним

Модуль пожаротушения: устройство, в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи ОТВ при воздействии пускового импульса на привод модуля

Роботизированный пожарный комплекс (РПК): совокупность нескольких роботизированных установок пожаротушения, объединенных общей системой управления и обнаружения пожара

Секция установки пожаротушения: составная часть установки пожаротушения, представляющая собой совокупность питающих и распределительных трубопроводов, узла управления и расположенных выше него технических средств, предназначенных для подачи в защищаемый объект ОТВ

Спринклерная установка пожаротушения: автоматическая установка пожаротушения, оборудованная спринклерными оросителями

Спринклерно-дренчерная АУП (АУП-СД): спринклерная АУП, в которой применен дренчерный узел управления и технические средства его активации, а подача огнетушащего вещества в защищаемую зону осуществляется только при срабатывании по логической схеме "И" спринклерного оросителя и технических средств активации узла управления

Станция пожаротушения: сосуды и оборудование установок пожаротушения, размещенные в специальном помещении

Узел управления: совокупность технических средств водяных и пенных АУПТ (трубопроводов, запорных и сигнальных устройств, ускорителей (замедлителей) срабатывания, устройств, снижающих вероятность ложных срабатываний, измерительных приборов и прочих устройств), расположеных между подводящим и питающим трубопроводами спринклерных и дренчерных установок водяного и пенного пожаротушения, и предназначенных для контроля состояния и проверки их

работоспособности, а также для пуска ОТВ, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами ПА (пожарными насосами, СОУЭ, вентиляцией и технологическим оборудованием и др.)

Установка локального тушения по объему: установка объемного пожаротушения, воздействующая на часть объема помещения и (или) на отдельную технологическую единицу

Установка локального тушения по поверхности: установка поверхностного тушения, воздействующая на часть площади помещения и (или) на отдельную технологическую единицу

Установка объемного тушения: установка тушения для создания среды, не поддерживающей горение в объеме защищаемого помещения (сооружения)

Установка поверхностного тушения: установка тушения, воздействующая на горящую поверхность

Установка пожаротушения: совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска ОТВ

Роботизированная установка пожаротушения (РУПТ): стационарное автоматическое средство, смонтированное на неподвижном основании, состоящее из пожарного ствола, имеющего несколько степеней подвижности и оснащенного системой приводов, а также из устройства программного управления, и предназначенное для тушения и локализации пожара или охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций

Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ): установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне

Автоматический пуск установки пожаротушения: пуск установки от ее технических средств без участия человека

Автономная – автоматически осуществляет функции обнаружения и тушения пожара независимо от внешних источников питания и систем управления

ХАРАКТЕРИСТИКА ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Огнетушащие составы выбирают прежде всего в зависимости от совместимости их с горючими материалами, а также от оптимальных условий подачи, эффективности действия и экономической целесообразности

Вода - может подаваться в очаг пожара сплошной струей или в распыленном виде, обеспечивает преимущественно охлаждающий эффект

К недостаткам ее как огнетушащего средства следует отнести:
- бурное реагирование с рядом металлов - калий, натрий, кальций и др.
- большая электропроводность и плотность, особенно при наличии в ней солей
- недостаточное смачивание волокнистых материалов
- портит материалы (при пожаре и ложных срабатываниях установок)
- при низкой температуре превращается в лед

Для устранения некоторых недостатков вводят различные добавки – создание водохимических установок

Пена. Наибольшее распространение в настоящее время получила воздушно-механическая (ВМП)

Пена получается путем интенсивного перемешивания водного раствора пено-образователей с воздухом

Огнетушащее действие пены заключается прежде всего в изолирующем эффекте, а также в охлаждении горячей поверхности водой, содержащейся в пене

Применение пены дает следующие преимущества:
- значительное сокращение количества расходуемой воды
- повышенная, по сравнению с водой, смачивающая способность
- способность растекаться по горящей поверхности и, следовательно, возможность покрытия горящей поверхности при подаче пены в одно место (в случае тушения водой необходимо орошать всю горящую поверхность)

Инертные разбавители. Тушение при разбавлении горючей среды инертными разбавителями связано с потерями тепла на нагревание этих разбавителей и снижением скорости теплового эффекта. В качестве огнетушащих средств применяются:
- углекислый газ CO_2
- азот
- аргон
- водяной пар
- летучие ингибиторы (некоторые галогеносодержащие вещества)

При поверхностном тушении “снежной” двуокисью углерода ее разбавляющее огнетушащее действие дополняется охлаждением очага горения. Наибольшее распространение в установках пожаротушения имеет CO_2 . Двуокись углерода не может применяться для тушения некоторых веществ. Так, многие металлы горят в атмосфере CO_2. В этих случаях применяется азот или аргон, но азот может образовать нитриды металлов, обладающие взрывчатыми свойствами

Применение способа объемного тушения ограничивается размерами защищаемого помещения. Нормами установлено, что установками с применением CO_2 можно защищать помещения объемом до 1000 м3:

- в случае очень больших объемов трудно обеспечить подачу требуемого количества газа за допустимое время
- необходимость использования настолько большого числа баллонов со сжатым газом, что их стоимость, расходы на хранение, обслуживание и т.п. могут превысить стоимость защищаемого объекта

Галоидоуглеводороды - являются наиболее перспективными огнетушащими веществами, способными эффективно ингибировать химические реакции в пламени (бромхладоны)

Бромхладоны являются летучими соединениями. Они плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются с органическими растворителями. Наиболее широкое применение нашел хладон 114В2 - тяжелая жидкость со специфическим запахом. Хорошие диэлектрические свойства позволяют тушение электроаппаратуры и проводки под напряжением. Однако хладон 114В2 оказывает токсическое воздействие на организм человека. Максимальные безопасные концентрации в 5 -10 раз выше огнетушащих. в то время как огнетушащие концентрации CO_2 в 2,5 раза превышает опасную для человека

Составы на основе хладонов могут быть рекомендованы для защиты вычислительных центров, архивов, музеев, помещений, обладающих уникальностью и повышенной пожарной опасностью

Порошки. В настоящее время наиболее широкое применение находят порошковые составы на основе бикарбонатов и карбонатов щелочных металлов и аммонийных солей фосфорной кислоты. Для улучшения текучести и устойчивости при хранении порошковых составов в них вводятся различные добавки, предупреждающих их увлажнение

Механизм тушения порошками
- разбавление горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или - непосредственно порошковым облаком
- охлаждение зоны горения в результате затрат тепла на нагрев частиц порошка, их частичное испарение и разложение в пламени
- целевая защита при покрытии горящей поверхности
- ингибирущее воздействие на пламя (протекание этого процесса до конца не изучено)

Достоинства порошков:
- высокая огнетушащая способность
- универсальность (способность подавлять горение различных веществ)
- отсутствие порчи материалов
- возможность тушения пожаров при низких температурах
- возможность применения для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением

Недостатки:
- склонность к слеживанию и комкованию
- трудности транспортировки по трубопроводам в установках пожаротушения

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

По способу пуска:
- ручная (с местным и дистанционным пуском)
- автоматическая без дублирующего ручного пуска
- автоматическая с дублирующим ручным пуском

По способу тушения:
- объемного пожаротушения
- пожаротушения по площади
- локального пожаротушения

Кроме установок пожаротушения существуют еще и установки предотвращения пожаров (путем введения огнетушащих средств или путем стабилизации режима работы оборудования)

Установки предназначены для тушения пожаров классов А и В по ГОСТ 27331; допускается проектирование АУП для тушения пожаров класса С по ГОСТ 27331, если при этом исключается образование взрывоопасной атмосферы.

Автоматические установки (за исключением автономных) должны выполнять одновременно и функцию пожарной сигнализации. Тип установки пожаротушения, способ тушения, вид ОТВ определяются с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования

При устройстве установок пожаротушения в зданиях и сооружениях с наличием в них отдельных помещений, где требуется только пожарная сигнализация, вместо нее (с учетом технико-экономического обоснования) допускается предусматривать защиту этих помещений установками пожаротушения

При срабатывании установки пожаротушения должна быть предусмотрена подача сигнала на управление (отключение) технологическим оборудованием в защищаемом помещении (при необходимости - до подачи ОТВ)

Статья 61. Автоматические установки пожаротушения

Применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения должно обеспечивать достижение одной или нескольких из следующих целей:

- ликвидация пожара в помещении (здании) до возникновения критических значений опасных факторов пожара;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до причинения максимально допустимого ущерба защищаемому имуществу;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до наступления опасности разрушения технологических установок.

Тип автоматической и (или) автономной установки пожаротушения, вид огнетушащего вещества и способ его подачи в очаг пожара определяются в зависимости от вида горючего материала, объемно-планировочных решений здания, сооружения и параметров окружающей среды

Статья 83. Требования к системам автоматического пожаротушения

Автоматические установки пожаротушения должны быть обеспечены:
- расчетным количеством ОТВ, достаточным для ликвидации пожара в защищаемом помещении, здании или сооружении;
- устройством для контроля работоспособности установки;

- устройством для оповещения людей о пожаре, а также дежурного персонала и (или) подразделения пожарной охраны о месте его возникновения;
- устройством для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ на время, необходимое для эвакуации людей из помещения пожара;
- устройством для ручного пуска установки пожаротушения, за исключением установок пожаротушения, оборудованных оросителями (распылителями), оснащенными замками, срабатывающими от воздействия ОФП

Способ подачи огнетушащего вещества в очаг пожара не должен приводить к увеличению площади пожара вследствие разлива, разбрызгивания или распыления горючих материалов и к выделению горючих и токсичных газов.

Должны быть предусмотрены меры по удалению огнетушащего вещества из помещения, здания и сооружения после его подачи

АУПТ в зависимости от разработанного алгоритма должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на СОУЭ, приборы управления, технические средства управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием

АУПТ должны обеспечивать автоматическое информирование дежурного персонала о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав установок

Статья 91. Оснащение помещений, зданий, сооружений и строений, оборудованных АУПТ

Помещения, здания и сооружения, в которых предусмотрена СОУЭ, оборудуются АУПТ в соответствии с уровнем пожарной опасности помещений, зданий и сооружений на основе анализа пожарного риска. Перечень объектов, подлежащих оснащению указанными установками, устанавливается нормативными документами по пожарной безопасности.

АУПТ должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания.

Статья 102. Требования к огнетушащим веществам

1. ОТВ должны обеспечивать тушение пожара поверхностным или объемным способом их подачи с характеристиками подачи огнетушащих веществ в соответствии с тактикой тушения пожара

2. ОТВ должны применяться для тушения пожара тех материалов, взаимодействие с которыми не приводит к опасности возникновения новых очагов пожара или взрыва

3. ОТВ должны сохранять свои свойства, необходимые для тушения пожара, в процессе транспортирования и хранения

4. ОТВ не должны оказывать опасное для человека и окружающей среды воздействие, превышающее принятые допустимые значения

Статья 104. Требования к автоматическим установкам пожаротушения

1. Автоматические и автономные установки пожаротушения должны обеспечивать ликвидацию пожара поверхностным или объемным способом подачи ОТВ в целях создания условий, препятствующих возникновению и развитию процесса горения

2. Тушение пожара объемным способом должно обеспечивать создание среды, не поддерживающей горение во всем объеме объекта защиты

3. Тушение пожара поверхностным способом должно обеспечивать ликвидацию процесса горения путем подачи ОТВ вещества на защищаемую площадь

4. Срабатывание автоматических и автономных установок пожаротушения не должно приводить к возникновению пожара и (или) взрыва горючих материалов в помещениях зданий, сооружений и на открытых площадках

5. На линии связи и технические средства АУПТ дополнительно распространяются требования, установленные статьей 103 «Требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации»

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ВОДЯНОГО И ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Установки автоматического водяного и пенного пожаротушения должны выполнять функцию тушения или локализации пожара

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ороситель: устройство, предназначенное для тушения, локализации или блокирования пожара путем распыливания воды и (или) водных растворов

Спринклеры ороситель (распылитель): ороситель (распылитель), оснащенный тепловым замком

Тепловой замок: запорный термочувствительный элемент, вскрывающийся при определенном значении температуры

Дренчерный ороситель (распылитель): ороситель (распылитель) с открытым выходным отверстием

Тонкораспыленный поток огнетушащего вещества: поток жидкого огнетушащего вещества со среднеарифметическим диаметром капель 150 мкм и менее

Для помещений, в которых имеется оборудование с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, при водяном и пенном пожаротушении следует предусматривать автоматическое отключение электроэнергии до момента подачи огнетушащего вещества на очаг пожара

В пределах одного защищаемого помещения следует устанавливать оросители с равными коэффициентами тепловой инерционности (для спринклерных оросителей) и производительности, одинаковым типом и конструктивным исполнением. Допускается в одном помещении со спринклерными оросителями использовать дренчерные оросители водяных завес с параметрами, отличающимися от параметров спринклерных оросителей, при этом все дренчерные оросители должны иметь тождественный коэффициент производительности, одинаковый тип и конструктивное исполнение

В защищаемых помещениях должны быть предусмотрены меры по удалению ОТВ, пролитого при испытании или срабатывании установки пожаротушения

Спринклерные установки водяного и пенного пожаротушения в зависимости от температуры воздуха в помещениях следует проектировать водозаполненными или воздушными

Для одной секции спринклерной установки следует принимать не более 800 спринклерных оросителей всех типов

Время с момента срабатывания спринклерного оросителя, установленного на воздушном трубопроводе, до начала подачи воды из него не должно превышать 180 с

В зданиях с балочными перекрытиями (покрытиями) класса пожарной опасности К0 и К1 с выступающими частями высотой более 0,3 м, а в остальных случаях - более 0,2 м спринклерные оросители следует размещать между балками, ребрами плит и другими выступающими элементами перекрытия (покрытия) с учетом обеспечения равномерности орошения пола

Расстояние от центра термочувствительного элемента теплового замка спринклерного оросителя до плоскости перекрытия (покрытия) должно быть в пределах (0,08 до 0,30) м

Расстояние от оси термочувствительного элемента теплового замка настенного спринклерного оросителя до плоскости перекрытия должно быть в пределах 0,07 - 0,15 м

При устройстве установок пожаротушения в помещениях, имеющих технологическое оборудование и площадки, горизонтально или наклонно установленные вентиляционные короба с шириной или диаметром свыше 0,75 м, расположенные на высоте не менее 0,7 м от плоскости пола, если они препятствуют орошению защищаемой поверхности, следует дополнительно под эти площадки, оборудование и короба установить спринклерные оросители или распылители

В зданиях с односкатными и двухскатными покрытиями, имеющими уклон более 1/3, расстояние по горизонтали от спринклерных оросителей или распылителей до стен и от спринклерных оросителей или распылителей до конька покрытия должно быть:
- не более 1,5 м - при покрытиях с классом пожарной опасности К0;
- не более 0,8 м - в остальных случаях

Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей или распылителей должна выбираться по ГОСТ Р 51043 в зависимости от температуры окружающей среды в зоне их расположения

Предельно допустимая рабочая температура окружающей среды в зоне расположения спринклерных оросителей принимается по максимальному значению температуры в одном из следующих случаев:
- по максимальной температуре, которая может возникнуть по технологическому регламенту, либо вследствие аварийной ситуации;
- вследствие нагрева покрытия защищаемого помещения под воздействием солнечной тепловой радиации

При пожарной нагрузке не менее 1400 МДж/м² для складских помещений, для помещений высотой более 10 м и для помещений, в которых основным горючим продуктом являются ЛВЖ и ГЖ, коэффициент тепловой инерционности спринклерных оросителей должен быть менее 80 (м х с)²

Спринклерные оросители или распылители водозаполненных установок можно устанавливать вертикально розетками вверх или вниз либо горизонтально

В местах, где имеется опасность механического повреждения оросителей, они должны быть защищены специальными ограждающими устройствами, не ухудшающими интенсивность и равномерность орошения

В качестве источника водоснабжения установок водяного пожаротушения следует использовать открытые водоемы, пожарные резервуары или водопроводы различного назначения

Присоединение производственного, санитарно-технического оборудования к питающим трубопроводам установок пожаротушения не допускается

В зданиях высотой более 30 м вспомогательный водопитатель рекомендуется размещать в верхних технических этажах

Расчетное количество воды для установок водяного пожаротушения допускается хранить в запасных пожарных резервуарах, в которых следует предусматривать устройства, не допускающие расход пожарного запаса воды на другие нужды

При давлении в наружной сети водопровода менее 0,05 МПа перед насосной установкой следует предусматривать пожарный резервуар, вместимость которого следует определять исходя из расчетных расходов воды и продолжительности тушения пожаров

При определении вместимости резервуара для установок водяного пожаротушения следует учитывать возможность автоматического пополнения резервуаров водой в течение всего времени пожаротушения.

Количество пожарных резервуаров или водоемов должно быть не менее двух, при этом в каждом из них должно храниться 50% объема воды на пожаротушение, при этом подача воды в любую точку пожара должна обеспечиваться из двух соседних резервуаров

или водоемов; при объеме воды 1000 куб. м и менее допускается хранить ее в одном резервуаре.

У мест расположения пожарных резервуаров и водоемов должны быть предусмотрены указатели

Источником водоснабжения установок пенного пожаротушения должны служить водопроводы непитьевого назначения, при этом качество воды должно удовлетворять требованиям технических документов на применяемые пенообразователи. Допускается использование питьевого трубопровода при наличии устройства, обеспечивающего разрыв струи (потока) при отборе воды, т.е. устройства, предотвращающего проникновение пенного раствора в питьевой водопровод

Для установок пенного пожаротушения необходимо предусматривать (кроме расчетного) 100%-ный резерв пенообразователя, который должен автоматически включаться при отсутствии подачи пенообразователя от основного устройства дозирования. Подача резервного пенообразователя должна осуществляться от самостоятельного устройства дозирования

Пенные АУП по сравнению с водяными АУП должны быть обеспечены дополнительными устройствами:

- перекачки пенообразователя из транспортной емкости в баки с пенообразователем;
- баками для пенообразователя;
- автоматического дозирования пенообразователя (при его раздельном хранении);
- слива пенообразователя из бака или раствора пенообразователя из трубопроводов;
- контроля уровня пенообразователя в баке с пенообразователем;
- для перемешивания раствора пенообразователя;
- подачи раствора пенообразователя от передвижной пожарной техники, обеспечивающей максимальный расчетный расход и давление в диктующей секции (с указанием необходимого давления, которое должен обеспечить автонасос)

В качестве устройств автоматического дозирования пенообразователя (при его раздельном хранении) могут использоваться:

- насосы-дозаторы;
- дозаторы диафрагменного типа;
- дозаторы эжекторного типа;
- баки-дозаторы.

В системе дозирования должно быть предусмотрено два насоса-дозатора (рабочий и резервный) либо по одному баку-дозатору, дозатору диафрагменного или эжекторного типа

Расчетный и резервный объемы пенообразователя допускается содержать в одном сосуде

Устройства для перемешивания пенообразователя или готового раствора пенообразователя должны исключать наличие застойных зон и обеспечивать равномерное перемешивание пенообразователя или готового раствора пенообразователя в баке, например, допускается использовать перфорированный трубопровод, проложенный по периметру резервуара на 0,1 м ниже расчетного уровня

Необходимо предусмотреть устройства для отвода воды после срабатывания водяных АУПТ, а также специальную емкость для сбора пролитого и (или) находящегося в трубопроводе раствора пенообразователя после срабатывания пенных АУПТ

Аппаратура управления установок водяного и пенного пожаротушения должна обеспечивать:

а) автоматический пуск рабочих насосов (пожарных и насосов-дозаторов);

б) автоматический пуск резервных насосов (пожарного и насоса-дозатора) в случае отказа пуска или невыхода рабочих насосов на режим в течение установленного времени;

в) автоматическое включение электроприводов запорной арматуры;

г) автоматический пуск и отключение дренажного насоса, жокей-насоса;

д) местный, а при необходимости дистанционный пуск и отключение насосов (за исключением спринклерных систем);
е) автоматическое или местное управление устройствами компенсации утечки огнетушащего вещества и сжатого воздуха из трубопроводов и гидропневматических емкостей;
ж) автоматический контроль:
- соединительных линий запорных устройств с электроприводом на обрыв;
- соединительных линий приборов, регистрирующих срабатывание узлов управления, формирующих команду на автоматическое включение пожарных насосов и насосов-дозаторов на обрыв и короткое замыкание;
з) автоматический контроль аварийного уровня в резервуаре, в дренажном приямке, в емкости с пенообразователем при раздельном хранении;
и) автоматический контроль давления в гидропневмобаке;
к) временную задержку на запуск установки пожаротушения (при необходимости)

В установках объемного пенного пожаротушения для защищаемых помещений с возможным пребыванием людей следует предусматривать устройства переключения автоматического пуска установки на дистанционный с выдачей светового и звукового сигналов об отключении автоматического пуска в помещении пожарного поста
В помещениях, защищаемых установками объемного пенного пожаротушения, и перед входами в них должна предусматриваться сигнализация в соответствии с ГОСТ 12.4.009 и ГОСТ Р 12.3.046. Смежные помещения, имеющие выход только через защищаемые помещения, должны быть оборудованы аналогичной сигнализацией. Световые пожарные оповещатели должны обеспечивать контрастное восприятие при естественном и искусственном освещении и быть невоспринимаемыми в выключенном состоянии

Перед входами в защищаемые помещения необходимо предусматривать световую сигнализацию об отключении автоматического пуска установки

Аппаратура управления автоматическими установками пожаротушения тонкораспыленной водой (далее - установки) должна обеспечивать:

а) дистанционный пуск установки (у входов в защищаемое помещение);

б) автоматический контроль соединительных линий управления пусковыми устройствами и цепей пусковых устройств на обрыв

Устройства дистанционного пуска установок следует размещать у эвакуационных выходов снаружи защищаемого помещения. Указанные устройства должны быть защищены в соответствии с ГОСТ 12.4.009

Размещение устройств дистанционного пуска допускается в помещениях пожарного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство

ФЗ-123

Приложение В. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АУП ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ПОЖАРОТУШЕНИИ ВОДОЙ И ПЕНОЙ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ

Приложение Г. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНОЙ

Автоматические установки водяного пожаротушения (Водяные АУПТ)

Тушение основано на резком охлаждении зоны горения, с которой взаимодействует масса мелкораздробленной воды, подаваемой через насадки с разбрызгивающими устройствами

Ими тушат или локализуют до 96% пожаров

По типу оросителей классифицируются:

- спринклерные
- дренчерные

- лафетными стволами

По времени срабатывания:

Быстродействующие - продолжительность срабатывания до 3 секунд

Среднеинерционные - до 30 секунд

Инерционные - от 30 до 180 секунд

По продолжительности действия:

- средней продолжительности - до 30 мин
- длительного действия - от 30 до 60 мин

Общие сведения об автоматических установках водяного пожаротушения

Водозаполненная АУПТ – установка, у которой подводящий, питательный и распределительный трубопроводы заполнены водой (применяют только в диапазоне положительных температур)

Воздушнозаполненная АУПТ – установка, у которой подводящий трубопровод заполнен водой, а питательный и распределительный трубопроводы заполнены воздухом (применяют только в диапазоне отрицательных температур)

Водовоздушная АУПТ – установка, у которой подводящий трубопровод заполнен водой, а питательный и распределительный трубопроводы периодически, в зависимости от времени года, заполняются водой или воздухом (применяют как в диапазоне положительных, так и отрицательных температур)

Технические требования к установкам

- должны обеспечивать заданное время срабатывания
- должны быть оснащены автоматическим водопитателем или импульсным устройством, поддерживающим установку в режиме ожидания под давлением, до включения основного водопитателя
- должны иметь устройства для формирования командного импульса на отключение технологических систем (оборудования, вентиляции, кондиционирования воздуха)
- должны иметь устройства ручного отключения насосов в помещении насосной станции пожаротушения

Спринклерные установки

Предназначены для местного (локального) тушения пожаров, возникающих в помещениях с обычной степенью пожарной опасности

Спринклер выполняет две функции – датчика пожара и оросителя

Применяются в помещениях, где температура в течение года не ниже +4°С (система постоянно заполнена водой)

Нормативная площадь тушения 120…360 кв.м

Принцип действия

Вскрывается легкоплавкий замок

Вода из распределительной сети подается в очаг пожара

Вода через насадок ударяется о розетку и дробится, образуя распыленную вертикальную струю (в виде конуса), имеющую в основании круг площадью 9…12 кв.м

Питание сети в начале тушения осуществляется от пневмобака или импульсного устройства

По мере расходования воды из сети давление в ней падает, срабатывает контрольно-пусковой узел, открывая доступ воде в сеть из магистральной линии и подается сигнал на щит управления и контроля с помощью универсального сигнализатора давления

Электроконтактный манометр включает электродвигатель насоса и открывает электрозадвижку

Вода из водопровода подается насосом в сеть
Выбор спринклера по температуре плавления замка производится в зависимости от максимально возможной температуры в защищаемом объеме
Бесцветный - 72°С, белый – 93, синий – 141, красный – 182

Дренчерные установки

Дренчер отличается от спринклера отсутствием легкоплавкого замка с рычагами и клапана, закрывающего выходное отверстие
Предназначены для одновременного тушения пожара по всей защищаемой площади, создания водяных завес, а также орошения строительных конструкций, резервуаров с нефтью, технологического оборудования и т.д.

Использование при защите производственных и складских помещений целесообразно при наличии в них веществ и материалов, требующих повышенных удельных расходов воды

Виды пуска (включения)

- гидравлический - вскрываются спринклерные оросители, установленные на побудительном трубопроводе, вода выходит из побудительной сети, давление падает, срабатывает клапан группового действия. Вода из сети поступает к дренчерам
- электрический – срабатывает система пожарной сигнализации, открывается электрозадвижка, установленная на побудительном трубопроводе
- тросовый - распадаются легкоплавкие замки тросовой побудительной системы, трос обрывается, открывается тросовый клапан, установленный на побудительном трубопроводе

Принципы проектирования

Целесообразно применять в помещениях с высотой не более 10 м. Эффективность резко уменьшается из-за несвоевременного вскрытия, относа воды в сторону от очага, испарения воды в полете. Орошаемая площадь уменьшается, расход воды увеличивается

По результатам анализа пожарной опасности определяют требуемый удельный расход воды и расчетное время тушения (время работы установки)

Выбирают схему размещения оросителей и трассировки трубопроводов, которые подразделяются на оросительные (рядки) и питательные (подвод воды). Рядки позволяют обеспечить равномерность распределения воды по оросителям

Решается задача подачи воды к самым удаленным и высоко расположенным оросителям

На выбор места расположения оросителей и зависящей от этого трассировки трубопроводов влияют форма перекрытия (покрытия), его огнестойкость и компоновка технологического оборудования

Размещение оросителей - наиболее вероятные места сосредоточения продуктов горения – между несущими балками, ребрами жесткости, в кессонах (в целях обеспечения быстрого вскрытия)

Для ускорения срабатывания рекомендуется поперек пролетов здания встраивать вертикальные перегородки

Необходимо обеспечить перекрытие струями защищаемой площади (карта орошения) в зависимости от паспортного значения площади орошения спринклера. Помещение разбивается на квадраты (оросители располагают в центре)

В зданиях с перекрытиями из горючих и трудногорючих материалов с высотой выступающих частей более 200 мм и с перекрытиями из негорючих материалов с высотой выступающих частей более 320 мм спринклеры устанавливают в каждом пролете (между балками, фермами)

Расстояние между спринклерами и стенами (перегородками) из горючих материалов не должно превышать 1200 мм. В зданиях с односкатными и двухскатными покрытиями с уклоном более 1\3, расстояние по горизонтали от спринклеров до стен и конька не должно превышать 1500 мм при покрытиях из негорючих материалов и 800 мм при покрытиях из горючих и трудногорючих материалов

В местах возможного механического повреждения спринклеры должны быть защищены предохранительными сетками

В пределах одного защищаемого помещения не допускается установка спринклеров с различными диаметрами выходного отверстия

При площади защищаемого помещения более 7000 кв.м систему делят на секции не более 800 спринклеров. На каждом этаже предусматривается отдельная секция. Каждая секция должна иметь свой контрольно-сигнальный клапан

Подводящие трубопроводы рекомендуется проектировать кольцевыми. Если в группе не более 3 узлов управления, питание их допускается тупиковыми. Трубопроводы разделяют задвижками на ремонтные участки так, чтобы при аварии одного из участков отключалось не более трех узлов управления

Расстояние между рядками – сторона рассчитанного квадрата. На одной ветви рядка допускается устанавливать не более 6 спринклеров с диаметром выходного отверстия до 12 мм, при большем диаметре – не более 4

Установки пожаротушения тонкораспыленной водой

Тонкораспыленная вода – струя со средним диаметром капель до 100 мкм

Предназначены для поверхностного тушения пожаров класса А и В

В качестве огнетушащего вещества применяется вода, вода с добавками, газоводяная смесь

Модульная установка пожаротушения состоит из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения, размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним и объединенных единой системой тушения

Принцип действия основан на создании газоводяной смеси

Тушение происходит в результате влияния двух факторов – охлаждения зоны горения и флегматизации газопаровоздушной среды

Газоводяная смесь абсолютно безопасна для человека, при работе поглощает дым, очищает воздух в помещении и на путях эвакуации

Распыляемая в виде тумана вода ложится на поверхность тонким слоем, который затем быстро испаряется

Наиболее эффективен для противопожарной защиты объектов, на которых предъявляются повышенные требования к сохранности защищаемого имущества от побочного воздействия воды

Модуль состоит из:

- баллона с огнетушащим веществом под давлением
- баллона для газа-вытеснителя (например, CO2) с рабочим давлением
- запорно-пускового устройства
- устройства подачи газа-вытеснителя
- устройства подачи газоводяной смеси к разводящим магистралям

Работает в режиме автоматического запуска от:

- извещателей
- сигнально-пусковых устройств
- в автономном режиме

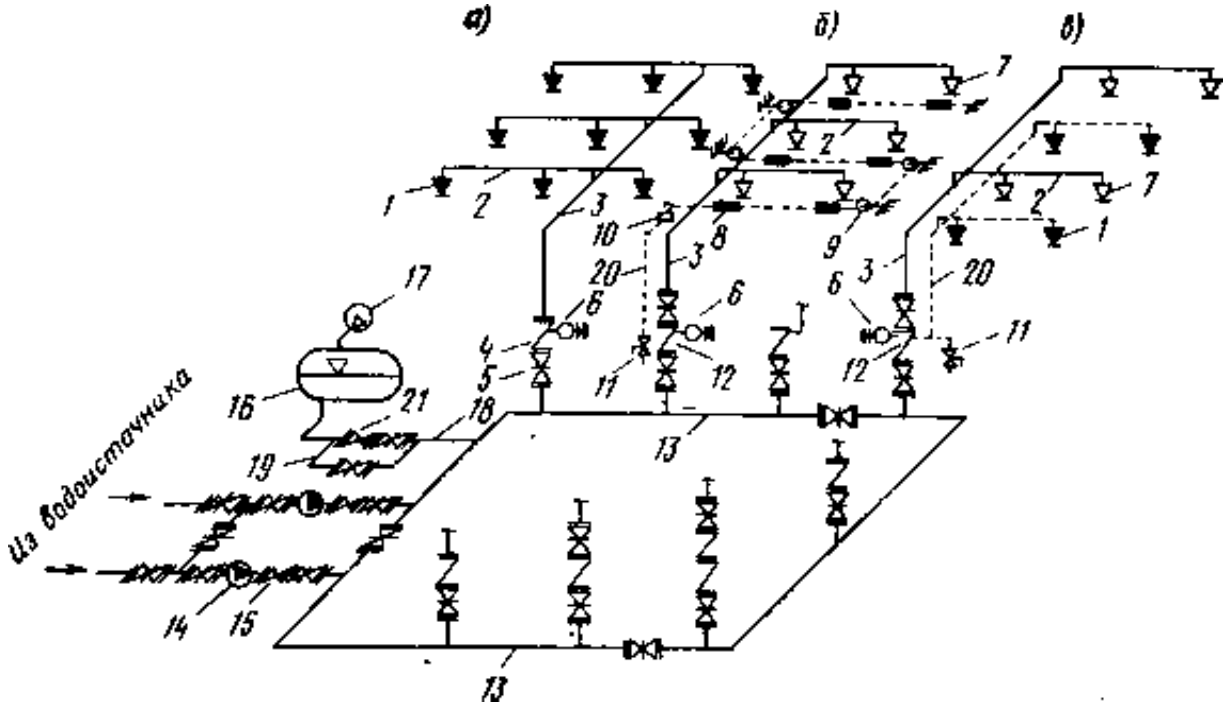
Технические требования, предъявляемые к установкам пожаротушения тонкораспыленной водой изложены в СП-5.13130.2009

Быстродействующие автоматические пожаротушащие системы

Предназначены для поверхностного тушения пожара. Инерционность быстродействующей автоматической пожаротушащей системы составляет 3 секунды с момента подачи на нее сигнала о пожаре. Система выполняется с электромагнитным, механическим и гидравлическим приводами

Основным элементом системы, обеспечивающим такую инерционность, является быстродействующий клапан

Принципиальная схема установки водотушения



а — спринклерная секция
б — дренчерная секция с побудительной тросовой системой
в — дренчерная секция с побудительной спринклерной системой

1 — ороситель спринклерный; 2 — распределительный трубопровод;
3 —питательный трубопровод; 4 — контрольно-сигнальный клапан;
5 — задвижка; 6 — сигнальный прибор; 7 — ороситель дренчерный;
8 — легкоплавкий тросовый замок; 9 — ролик натяжения троса;
10 —побудительный клапан; 11 — кран ручного включения;
12 — клапан группового действия; 13 — подводящий трубопровод;
14 — основной водопитатель (насос); 15 — обратный клапан;
16 — автоматический водопитатель; 17 — компрессор;
18 — трубопровод, подающий воду из автоматического водопитателя;
19 — трубопровод для заполнения автоматического водопитателя;
20 — побудительный трубопровод; 21 — обратный клапан

Основные положения

Установки автоматического водяного и пенного пожаротушения должны выполнять функцию тушения или локализации пожара.

Водяные и пенные АУП подразделяются на спринклерные, дренчерные, спринклерно-дренчерные, роботизированные и АУП с принудительным пуском

Продолжительность работы пенных АУП с пеной низкой и средней кратности при поверхностном пожаротушении следует принимать: 25 мин. для помещений группы 7; 15 мин. - для помещений категорий А, Б и В1 по взрывопожарной опасности; 10 мин. - для помещений категорий В2 и В3 по пожарной опасности

Для установок пожаротушения, в которых используется вода с добавкой смачивателя на основе пенообразователя общего назначения, интенсивность орошения и расход принимаются в 1,5 раза меньше, чем для водяных

Продолжительность работы пенных АУПТ с пеной низкой и средней кратности при поверхностном способе пожаротушения следует принимать:
- 10 мин. - для помещений категорий В2 и В3 по пожарной опасности;
- 15 мин. - для помещений категорий А, Б и В1 по взрывопожарной и пожарной опасности;
- 25 мин. - для помещений группы 7

В группе 6 тушение резины, РТИ, каучука и смол рекомендуется осуществлять водой со смачивателем или низкократной пеной.

Пенные АУПТ должны отвечать требованиям ГОСТ Р 50588

АУПТ, кроме спринклерных, должны быть оснащены ручным пуском:
- дистанционным - от устройств, расположенных у входа в защищаемое помещение, и при необходимости - с пожарного поста;
- местным - от устройств, установленных в узле управления и (или) в насосной станции пожаротушения.

Устройства ручного пуска должны быть защищены от случайного приведения их в действие и механического повреждения и должны находиться вне возможной зоны горения

АУПТ должны быть обеспечены запасом оросителей в количестве не менее 10% от числа смонтированных и не менее 2% от этого же числа для проведения испытаний

Для идентификации места загорания защищаемый объект может быть условно разделен на отдельные зоны; в качестве идентифицирующего устройства могут использоваться телевизионные камеры и матричные световые датчики с адресным указанием очага пожара, адресные автоматические пожарные извещатели, сигнализаторы потока жидкости или спринклерные оросители с контролем пуска

В защищаемых помещениях должны быть предусмотрены меры по удалению ОТВ, пролитого при испытании или срабатывании установки пожаротушения

Спринклерные установки водяного и пенного пожаротушения в зависимости от температуры воздуха в помещениях следует проектировать водозаполненными или воздушными

Для одной секции спринклерной установки следует принимать не более 800 спринклерных оросителей всех типов. При использовании сигнализаторов потока жидкости или оросителей с контролем состояния количество спринклерных оросителей может быть увеличено до 1200

Время с момента срабатывания спринклерного оросителя, установленного на воздушном трубопроводе, до начала подачи воды из него не должно превышать 180 с

Максимальное рабочее пневматическое давление в системе питающих и распределительных трубопроводов спринклерной воздушной и спринклерно-дренчерной воздушной АУП должно выбираться из условия обеспечения инерционности установки не более 180 с

Продолжительность заполнения спринклерной воздушной или спринклерно-дренчерной воздушной секции АУП воздухом до рабочего пневматического давления должна быть не более 1 ч

Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей или распылителей должна выбираться по ГОСТ Р 51043 в зависимости от температуры окружающей среды в зоне их расположения

Предельно допустимая рабочая температура окружающей среды в зоне расположения спринклерных оросителей принимается по максимальному значению температуры в одном из следующих случаев:

- по максимальной температуре, которая может возникнуть по технологическому регламенту, либо вследствие аварийной ситуации;
- вследствие нагрева покрытия защищаемого помещения под воздействием солнечной тепловой радиации

Спринклерные оросители или распылители водозаполненных установок можно устанавливать вертикально розетками вверх или вниз либо горизонтально; в воздушных установках - только вертикально розетками вверх или горизонтально

В местах, где имеется опасность механического повреждения оросителей, они должны быть защищены специальными ограждающими устройствами, не ухудшающими интенсивность и равномерность орошения

В спринклерных АУПТ на питающих и распределительных трубопроводах диаметром DN 65 и более допускается установка пожарных кранов

Секция спринклерной установки с более 12 пожарными кранами должна иметь два ввода. Для спринклерных установок с двумя секциями и более второй ввод с задвижкой допускается осуществлять от смежной секции. При этом над узлами управления необходимо предусматривать задвижку с ручным приводом и между этими узлами управления установить разделительную задвижку, а подводящий трубопровод должен быть закольцован.

Присоединение производственного, санитарно-технического оборудования к питающим трубопроводам установок пожаротушения не допускается

Общие требования к дренчерным АУПТ и водяным завесам

Автоматическое включение дренчерных установок следует осуществлять по сигналам от одного из видов технических средств или по совокупности сигналов этих технических средств:

- пожарных извещателей установок пожарной сигнализации;
- побудительных систем;
- спринклерной АУПТ;
- датчиков технологического оборудования

Требования к водяным завесам

Для нескольких функционально связанных дренчерных водяных завес допускается предусматривать один узел управления.

Включение дренчерных завес должно обеспечиваться как автоматически, так и вручную (дистанционно или по месту)

Допускается подключать к питающим и распределительным трубопроводам спринклерных АУПТ дренчерные завесы для защиты дверных и технологических проемов через автоматическое или ручное запорное устройство, а к подводящим - дренчерную АУПТ через автоматическое запорное устройство

Если водяная завеса предназначена для повышения огнестойкости стен, то используются две нитки с оросителями, каждая из которых монтируется с противоположной стороны стены на расстоянии от стены не более 0,5 м; удельный расход каждой завесы не менее 0,5 л/(с х м). В работу включается та нитка, со стороны которой регистрируется пожар.

Тамбур-шлюзы в противопожарных преградах должны быть защищены дренчерными завесами с удельным расходом не менее 1 л/(с х м). Как правило, завесы должны устанавливаться внутри тамбура; с учетом специфических условий объекта защиты они могут быть предусмотрены в две нитки как внутри, так и снаружи

Технические средства местного включения (ручные пожарные извещатели или кнопки) должны располагаться непосредственно у защищаемых проемов и (или) на ближайшем участке пути эвакуации

Установки пожаротушения тонкораспыленной водой

Установки пожаротушения тонкораспыленной водой (далее по тексту - АУПТ-ТРВ) применяются для поверхностного и локального по поверхности тушения очагов пожара классов А, В по ГОСТ 27331 и электроустановок под напряжением не выше указанного в ТД на данный вид АУПТ-ТРВ

В АУПТ-ТРВ могут использоваться модульные установки закачного типа, с наддувом (оснащенные баллоном с газом-пропеллентом) или с газогенерирующим зарядом

Конструкция газогенерирующего элемента должна исключать возможность попадания в огнетушащее вещество каких-либо его фрагментов

Запрещается применение газогенерирующих элементов в качестве вытеснителей огнетушащего вещества при защите модульными установками ТРВ культурных ценностей

В модульных АУПТ в качестве газа-вытеснителя могут использоваться воздух, углекислота и инертные газы (в газообразном и сжиженном агрегатном состоянии).

Допускается применение газогенерирующих элементов, прошедших промышленные испытания и рекомендованных к применению в пожарной технике. Конструкция газогенерирующего элемента должна исключать возможность попадания каких-либо его фрагментов в огнетушащее вещество или в окружающее пространство

Трубопроводы водозаполненных установок должны быть выполнены из оцинкованной или нержавеющей стали

Допускается применение неоцинкованных труб из стали по ГОСТ 3262, ГОСТ 8732, ГОСТ 8734 и ГОСТ 10704:

- если диаметр выходного отверстия распылителя 8 мм и более;
- если на входе каждой ветви распределительного трубопровода установлен фильтрующий элемент с ячейкой фильтра не менее чем в 5 раз меньше внутреннего диаметра используемых на распределительной сети распылителей

Продолжительность подачи ТРВ должна быть достаточной, чтобы сгорела пожарная нагрузка, находящаяся в "мертвых" зонах, не доступных для диспергируемого потока ОТВ

Спринклерные АУПТ с принудительным пуском

В АУПТ-ПП используются спринклерные оросители, оснащенные устройством автоматического и дистанционного принудительного срабатывания теплового замка (устройством принудительного пуска).

Допускается использовать спринклерные оросители с устройством принудительного пуска, оснащенные устройством контроля срабатывания.

Импульс на срабатывание спринклерных оросителей с принудительным пуском может осуществляться автоматически от сигнализаторов потока жидкости, оросителей с контролем пуска, от установок пожарной сигнализации или иного побудительного привода либо оператором с пульта управления

Спринклерно-дренчерные АУПТ

Спринклерные оросители всех видов спринклерно-дренчерных АУПТ, эксплуатирующиеся при температурах 5 °С и выше, можно устанавливать в любом монтажном положении (вертикально розетками вверх или вниз либо горизонтально).

Спринклерные оросители этих установок, эксплуатирующиеся при температурах ниже 5 °С, должны устанавливаться только вертикально розетками вверх или горизонтально

Сигнал на отключение компрессора должен подаваться при срабатывании автоматического или ручного пожарного извещателя либо при срабатывании спринклерного оросителя

Температура срабатывания и коэффициент тепловой инерционности автоматических тепловых извещателей должны быть не более температуры срабатывания и коэффициента тепловой инерционности термочувствительного элемента используемых спринклерных оросителей; остальные виды автоматических извещателей должны быть менее инерционны, чем инерционность термочувствительного элемента используемых спринклерных оросителей

Автоматические установки пенного пожаротушения (Пенные АУПТ)

Классификация

По конструктивному исполнению:
Спринклерные
Дренчерные

По способу тушения:
- установки пожаротушения по площади
- установки объемного пожаротушения

По продолжительности действия установки:
- кратковременного действия (не более 10 минут)
- средней продолжительности (не более 15 минут)
- длительного действия (не более 25 минут)

По кратности пены:
- низкой кратности (5 - 20)
- средней кратности (20-200)
- высокой кратности (> 200)

Классификация пенообразователей

В зависимости от применения:
- общего назначения - используются для получения огнетушащей пены и растворов смачивателей (ПО-6К, ПО-3АИ, ТЭАС)
- целевого назначения – используются для получения пены при тушении нефтепродуктов и горючих жидкостей различных классов, пожаро-взрывоопасных объектов, а также для применения с морской водой (САМПО, ПО-6НП, ФОРЭТОЛ, «Универсальный», «Морской»)

В зависимости от химического состава:
- синтетические углеводородные
- синтетические фторсодержащие

Применяются также пенообразователи на протеиновой основе, в том числе содержащие фторированные поверхностно-активные вещества

Виды пенообразователей

ПО-3АИ – на основе сланцевых поверхностно-активных веществ, ингибированных специальными добавками, вследствие чего он обладает низкой коррозионной активностью и способностью к биологической растворимости

Из 3%-го водного раствора можно получить ВМП любой кратности

САМПО (С – спирт, А – алкил, М – мочевина, ПО - пенообразователь)

Можно тушить горящий ацетон

Своей основой имеет поверхностно-активные вещества сланцевого происхождения, ингибированные специальными добавками

ТЭАС (триэтиламиновые соли) – 25%-ный водный раствор триэтиламиновых солей первичных алкилсульфатов

ФОРЭТОЛ (Ф – фторированный, ОР – органический, ЭТОЛ – спирт «этанол»). Для тушения спиртов

Состоит из полиакриловой кислоты, перфторированного поверхностно-активного вещества акрилсульфатов и ингибитора коррозии

Оросители

Механические пенообразующие устройства для получения пены низкой кратности центробежного типа для распыления жидкости с входом ее в ороситель по эвольвентной кривой

Струя пенообразующего раствора закручивается в корпусе и выходит через выходные отверстия в виде капельного потока с углом раскрытия 90°

Генераторы

Устройства для получения пены средней кратности (сеточные)

При попадании водного раствора пенообразователя в центробежный распылитель образуется капельный поток, который при движении в корпусе генератора подсасывает воздух через конфузорную часть

Поступающий на пакет сеток поток образует ВМП

Применяются в основном для защиты резервуаров с нефтепродуктами

Дозаторы

Способ объемного дозирования заключается в смешении в резервуаре воды и пенообразователя в определенных пропорциях

Дозирование заключается в подаче ПО из емкости в поток воды напорного водопровода основного насоса через дроссельную шайбу насосом-дозатором

Источником водоснабжения установок пенного пожаротушения должны служить водопроводы непитьевого назначения, при этом качество воды должно удовлетворять требованиям технических документов на применяемые ПО

Допускается использование питьевого трубопровода при наличии устройства, обеспечивающего разрыв струи (потока) при отборе воды, т.е. устройства, предотвращающего проникновение пенного раствора в питьевой водопровод

Для установок пенного пожаротушения необходимо предусматривать (кроме расчетного) 100 %-ный резерв ПО, который должен автоматически включаться при отсутствии подачи ПО от основного устройства дозирования

Подача резервного ПО должна осуществляться от самостоятельного устройства дозирования

Пенные АУПТ по сравнению с водяными АУПТ должны быть обеспечены дополнительными устройствами:

- перекачки пенообразователя из транспортной емкости в баки с ПО
- баками для ПО
- автоматического дозирования ПО (при его раздельном хранении)
- слива ПО из бака или раствора ПО из трубопроводов
- контроля уровня ПО в баке
- для перемешивания раствора ПО
- подачи раствора ПО от передвижной пожарной техники, обеспечивающей
- максимальный расчетный расход и давление в диктующей секции (с указанием необходимого давления, которое должен обеспечить автонасос)

В качестве устройств автоматического дозирования пенообразователя (при его раздельном хранении) могут использоваться:
- насосы-дозаторы;
- дозаторы диафрагменного типа;
- дозаторы эжекторного типа;
- баки-дозаторы

Устройства для перемешивания ПО или готового раствора должны исключать наличие застойных зон и обеспечивать равномерное перемешивание в баке, например, допускается использовать перфорированный трубопровод, проложенный по периметру резервуара на 0,1 м ниже расчетного уровня

Максимальный срок восстановления расчетного объема огнетушащего вещества следует принимать согласно СП 8.13130.2009

Необходимо предусмотреть устройства для отвода воды, а также специальную емкость для сбора пролитого и (или) находящегося в трубопроводе раствора пенообразователя после срабатывания установок

Помещение для хранения пенообразователя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005, рекомендациям «Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров» и СНиП 41-01—2003

Спринклерные и дренчерные установки

При возникновении пожара расплавляется тепловой замок пенного оросителя и жидкость начинает двигаться по трубопроводам

После вскрытия пенных оросителей пенообразующий раствор из автоматического питателя через запорно-пусковой узел и обратный лапан поступает к оросителям, в которых образуется воздушно-механическая пена (ВМП), и распределяется по защищаемой площади

Во время расходования пенообразующего раствора из емкости автоматического питателя включается насос, подающий воду из основного водопитателя

После понижения давления в емкости автоматического питателя до заданного значения питатель отключается, и вода начинает течь по трубопроводам, в которые из дозирующего устройства поступает пенообразователь

Полученный раствор транспортируется к пенным оросителям

Установки объемного пожаротушения

При возникновении пожара в кабельном туннеле пожарный извещатель подает сигнал на приемную станцию и через щит управления формируется импульс на включение запорно-пускового узла секции, защищающей соответствующий отсек туннеля

Вода из резервуара через всасывающий трубопровод насосом подается в напорный трубопровод

В этот же трубопровод подается пенообразователь от дозатора

Раствор из водовоздушного бака, находящегося постоянно под давлением, поступает через обратный клапан к пеногенераторам, где образуется воздушно-механическая пена средней кратности

По мере расходования пенообразующего раствора давление в водовоздушном баке падает и электроконтактный манометр подает импульс на включение насосной установки.

После выхода насоса основного водопитателя на рабочий режим водовоздушный бак обратным клапаном отключается от сети

Пенообразующий раствор поступает в напорный трубопровод, затем в распределительный трубопровод к секционному трубопроводу и генераторам пены

Установки для защиты резервуаров

При пожаре в резервуаре срабатывает датчик, сигнал от которого поступает на приемную станцию и от нее на щит управления, где формируются командные импульсы по линиям станции пожаротушения на включение запорно-пускового узла, насосов и приборов световой и звуковой сигнализации на диспетчерский пункт объекта и в пожарную охрану

Извещатели размещают по периметру резервуара на расстоянии не более 25 м друг от друга

Устанавливают не менее двух извещателей

После включения установки один из насосов подает воду из водоисточника в дозатор, где в поток воды вводится определенное количество ПО (из резервуара с ПО)

Полученный раствор поступает (в магистральный растворопровод, а затем в кольцевой растворопровод и) к генераторам пены, а через них на поверхность горящей жидкости

Автоматические установки газового пожаротушения (Газовые АУПТ)

Основные объекты применения установок газового тушения:

- помещения трансформаторных подстанций напряжением > 500кВт
- маслоподвалы
- гидрогенераторы и генераторы с водопроводным охлаждением ТЭЦ, ГРЭС
- окрасочные цехи, склады огнеопасных жидкостей
- моторные и топливные отсеки кораблей, самолетов, тепловозов, электровозов
- помещения вычислительных центров, АТС и т.д.

В составе установки пожаротушения должен быть 100 % резервный состав огнетушащего вещества

Нормативный документ - НПБ 22-96

Классификация

По способу пуска
- электрический
- пневматический
- механический (тросовый)
- комбинированный

По методу тушения
- установки объемного пожаротушения
- установки локально-объемного пожаротушения

По способу хранения огнетушащего вещества
- под давлением
- без давления

По принципу построения
- централизованные - содержащие батареи (модули) с газовым огнетушащим составом (ГОС), размещенные в станции пожаротушения, и предназначенные для защиты двух и более помещений
- модульные – содержащие один или несколько модулей с ГОС, размещенных непосредственно в защищаемом помещении или рядом с ним

Основные понятия

Модуль пожаротушения – устройство, в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи ГОС при воздействии пускового импульса на привод модуля
Батарея газового пожаротушения – группа модулей, объединенных общим коллектором и устройством ручного пуска, позволяющих осуществлять выпуск ГОС из группы или отдельных модулей
Изотермический резервуар – сосуд, снабженный холодильным агрегатом или реконденсатором
Газовый огнетушащий состав – огнетушащее вещество, которое при тушении пламени находится в газообразном состоянии и представляет собой индивидуальное химическое соединение или смесь из них. В зависимости от механизма тушения подразделяют на:
- инертные разбавители - снижают содержание кислорода в зоне горения и образуют в ней инертную среду (инертные газы – двуокись углерода, азот, гелий, аргон и их смеси)
- ингибиторы - тормозят процесс горения (галоидоуглеводороды и их смеси с инертными газами)

Газовые огнетушащие составы

хладон 125 (C_2F_5H)
хладон 318Ц ($C_4F_8Ц$)
шестифтористая сера (SF_6)
элегаз
двуокись углерода (CO_2)
комбинированный состав
аргон
азот

Азот N_2 – газ без цвета и запаха, немного легче воздуха
Огнетушащий эффект - разбавление продуктов реакции в зоне горения до такого содержания кислорода, при котором горение становится невозможным
CO_2 – в обычных условиях бесцветный газ без запаха и вкуса
Углекислота, выбрасываемая в виде снега, оказывает резкое охлаждающее воздействие на очаг горения, а после превращения в газ – еще и разбавляющее
Состав «3,5» - при хранении в баллонах под давлением представляет собой смесь 30% сжиженной углекислоты и 70% бромистого этила C_2H_5Br
Составы СЖБ – смесь составов БФ-1 (84% бромэтила и 16% фреона 114В2), БФ-2 (73% бромэтила и 27% фреона 114В2) и БМ (70% бромэтила и 30% бромистого метилена). Тушение пожаров достигается за счет торможения реакции горения
Азотно-фреоновые и углекислотно-фреоновые смеси весьма эффективны при тушении огнеопасных жидкостей, горючих газов
Фреоны используют также для защиты вычислительных центров, хранилищ

сжиженного газа и других хранилищ

Компоненты газовых АУПТ с электропуском типа БАЭ и УАГЭ

Насадок розеточный – для выпуска огнетушащего вещества. Бывают двух видов: с одним выходным отверстием и с двумя

Распределительный трубопровод – трубопровод с установленными оросителями, проложенный в пределах защищаемого помещения

Магистральный трубопровод – трубопровод, соединяющий распределительное устройство и распределительный трубопровод

Станционный коллектор – трубопровод, соединяющий секционный коллектор с распределительным устройством

Секционный коллектор – трубопровод от секционного предохранителя до запорного клапана, к которому присоединены головки баллонов

Рабочие баллоны – баллоны с огнетушащим веществом (40-литровые транспортные баллоны). Объединяются в наборные секции, состоящие из 4-х баллонов.

Количество секций в установке зависит от огнетушащего вещества и защищаемого объема

Пусковые баллоны – баллоны со сжатым воздухом, которые используются для запуска рабочих

Баллон–ресивер – баллон, предназначенный для поддержания давления в пусковых баллонах и продувки трубопроводов после срабатывания установки и при ТО (давление 100кг/см²)

Зарядная станция – компрессор для зарядки баллона ресивера

Распределитель воздуха - используется при продувке трубопроводов

Головка-затвор - для автоматического выпуска вещества из баллона и зарядки опорожненного. Может открываться вручную, с помощью пневматики, или при подрыве пиропатрона при нагревании

Головка автоматическая для выпуска заряда – для запирания рабочего баллона с помощью мембраны и автоматического выпуска огнетушащего вещества

Распределительное устройство с ручным, электрическим или пневматическим пусками

Запорный клапан – для герметичного закрывания выхода из секционного коллектора в станционный, для изоляции друг от друга секций баллонов и для выпуска ОВ из секционного коллектора в станционный

Обратный клапан – применяется в установках типа УАГЭ

Секционный предохранитель - для предотвращения повышения давления в секционном коллекторе батареи при незначительных утечках воздуха из пускового баллона или ОВ из рабочих баллонов

АУПТ с пневмопуском типа БАП и УАГП

Установки газового пожаротушения с пневмопуском применяются для защиты взрывоопасных помещений и помещений с химически агрессивной средой

Установки с пневмопуском по принципу работы аналогичны установкам с электропуском. Отличие: вместо автоматической системы пожарной сигнализации установлена побудительно-пусковая секция

Модульные установки газового пожаротушения

Установки, содержащие один или нескольких модулей, баллоны которых размещены в защищаемом помещении или рядом с ним

Состав модульной установки:

- модули газового пожаротушения с запорно-пусковым устройством, устанавливаемом на сосуде (баллоне) и обеспечивающее выпуск из него огнетушащего вещества
- распределительные трубопроводы
- насадки
- побудительная система (аппаратура управления)

Аппаратура управления обеспечивает:
а) дистанционный пуск установки
б) автоматический контроль:
- электрических цепей управления пусковыми устройствами и цепей пусковых устройств на обрыв
- давления в пусковых баллонах и побудительном трубопроводе
в) задержку выпуска огнетушащего вещества (после подачи оповещения о пожаре) при автоматическом и дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации людей, остановки вентиляционного оборудования, закрытия воздушных заслонок, противопожарных клапанов и т. д.(≥ 30 с). Необходимое время эвакуации из защищаемого помещения следует определять по ГОСТ 12.1.004
г) отключение автоматического и дистанционного пуска установки с индикацией отключенного состояния при открывании дверей

В качестве газа-вытеснителя следует применять воздух или азот

Требования к модулям и батареям: ПБ 10-115, ПБ 03-221, ГОСТ 14249, ГОСТ 15150

УАПТ мембранного типа (азотные)
Предназначены для тушения пожаров классов:
А (горение твёрдых веществ)
В (горение жидких веществ)
С (горение газообразных веществ)
В основу действия положен принцип перевода атмосферы из зоны горения с объёмным содержанием кислорода 20% в зону негорения, где содержание кислорода менее 10%
Используется в двух режимах:
- поддержка состава атмосферы в состоянии, исключающим возгорание
- немедленная подача азота к месту возгорания

Генераторы огнетушащего газа стационарные
Предназначены для получения огнетушащего газа (“холодного” азота), подачи его в очаг пожара при тушении пожаров класса В (горение жидких веществ), подкласса А2 (горение твёрдых веществ, не сопровождаемое тлением), электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000В и применяются в установках объёмного пожаротушения
Объёмное тушение обеспечивается газовым составом, который включает в себя не менее 95% азота (по объёму), остальное водород и метан в пожаробезопасных концентрациях

Установки газового аэрозольного тушения
Предназначены для тушения объёмным способом пожаров класса В (горение жидких веществ), подкласса А2 (горение твёрдых веществ, не сопровождаемое тлением), а также электрооборудования, находящегося под напряжением

Генераторы огнетушащего аэрозоля

Подразделяются:

1. по температуре продуктов, образующихся на срезе выпускного отверстия

I - генераторы, при работе которых температура превышает 500°С;

II - генераторы, при работе которых температура составляет 130…500°С

III - генераторы, при работе которых температура меньше 130°С

2. по конструктивному исполнению

- снаряженные узлом пуска
- не снаряженные узлом пуска

3. по способу приведения в действие

- запускаемые от электрического сигнала
- запускаемые от теплового сигнала
- с комбинированным пуском

Основу генераторов огнетушащего аэрозоля составляет аэрозолеобразующий огнетушащий состав (АОС). АОС представляет собой специальный состав, способный к самостоятельному горению без доступа воздуха с образованием огнетушащего аэрозоля (ОА)

ОА – продукты горения аэрозолеобразующего огнетушащего состава, оказывающие огнетушащее действие на очаг пожара

Механизм огнетушащего действия ОА - активное торможение (ингибирование) химических реакций, ответственных за развитие процесса горения Основную роль в ингибировании играет конденсированная фаза аэрозоля

Благодаря чрезвычайно высокой дисперсности (размер частиц конденсированной фазы составляет около 1 мкм) ОА может находиться во взвешенном состоянии, сохраняя огнетушащую и флегматизирующую способность в течение определённого времени.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно методическому комплексу _____
С.А.Упоров

РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

Направление подготовки -
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
«Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях»

форма обучения: очная, заочная

квалификация выпускника: **Бакалавр**

Автор: [Демина Т.В., доцент, к.т.н.]

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 16.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

Содержание

1 Методические указания для выполнения практических работ 3
2 Методические указания для выполнения контрольной работы 67
3 Методические указания для выполнения самостоятельной работы 69
Список литературы 130

1 Методические указания для выполнения практических работ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

ТЕМА: Снижение уровня шума с помощью различных технических методов

Шумом называют любой нежелательный звук или сочетание звуков, вызывающих неприятные ощущения у человека.

С физической точки зрения звук представляет собой волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц упругой среды.

Для защиты от акустических колебаний (шума, инфра- и ультразвука) можно использовать следующие методы:

- снижение звуковой мощности источника звука;
- размещение рабочих мест с учетом направленности излучения звуковой энергии*;*
- удаление рабочих мест от источника звука*;*
- акустическая обработка помещений*;*
- звукоизоляция*;*
- применение глушителей*;*
- применение средств индивидуальной защиты.

Снижение звуковой мощности источника звука. Снижения шума механизмов и машин достигается изменением технологического процесса (например, замена клепки сваркой).

Аэродинамический шум, вызываемый движением потоков воздуха и газа и обтеканием им элементов механизмов и машин, — наиболее мощный источник шума, снижение которого в источнике наиболее сложно. Для уменьшения интенсивности генерации шума улучшают аэродинамическую форму элементов машин, обтекаемых газовым потоком, и снижают скорость движения газа.

Изменение направленности излучения шума. При размещении установок с направленным излучением необходима соответствующая ориентация этих установок по отношению к рабочим и населенным местам, поскольку величина направленности может достигать 10...15 дБ. Например, отверстие воздухозаборной шахты вентиляционной установки или устье трубы сброса сжатого газа необходимо располагать так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места.

Удаление рабочих мест от источника звука. Увеличение расстояния от источника звука в 2 раза приводит к уменьшению уровня звука на 6 дБ.

Акустическая обработка помещения — это мероприятие, снижающее интенсивность отраженного от поверхностей помещения (стен, потолка, пола) звука. Для этого применяют звукопоглощающие облицовки поверхностей помещения (рисунок 1.1, *а)* и штучные (объемные) поглотители различных конструкций (рисунок 1.1, б), подвешиваемые к потолку помещения. Поглощение звука происходит путем перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту за счет потерь на трение в пористом материале облицовки или поглотителя. Для большей эффективности звукопоглощения пористый материал должен иметь открытые со стороны падения звука незамкнутые поры.

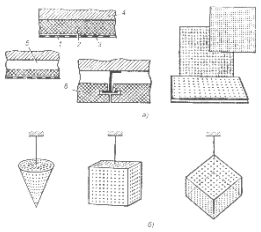


Рисунок 1.1 – Акустическая обработка помещений: а – звукопоглощающая

облицовка помещений: 1 – защитный перфорированный слой; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – защитная стеклоткань; 4 – стена или потолок; 5 – воздушный промежуток; 6 – плита из звукопоглощающего материала; б – звукопоглотители различных конструкций

Звукопоглощающие материалы характеризуются *коэффициентом звукопоглощения* α, равным отношению звуковой энергии, поглощенной материалом, и энергии, падающей на него. Звукопоглощающие материалы должны иметь коэффициент звукопоглощения не менее 0,3. Чем это значение выше, тем лучше звукопоглощающий материал. Звукопоглощающие свойства пористых материалов определяются толщиной слоя, частотой звука, наличием воздушной прослойки между материалом и поверхностью помещения.

Штучные звукопоглотители применяют при недостаточности свободных поверхностей помещения для закрепления звукопоглощающих облицовок. Поглотители различных конструкций, представляющие собой объемные тела, заполненные звукопоглощающим материалом (тонкими волокнами), подвешивают к потолку равномерно по площади.

Звукоизоляция. При недостаточности указанных выше мероприятий для снижения уровня шума до допустимых значений или невозможности их осуществления применяют звукоизоляцию. Снижение шума достигается за счет уменьшения интенсивности прямого звука путем установки ограждений, кабин, кожухов, экранов (рисунок 1.2). Сущность звукоизоляции состоит в том, что падающая на ограждение энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через него.

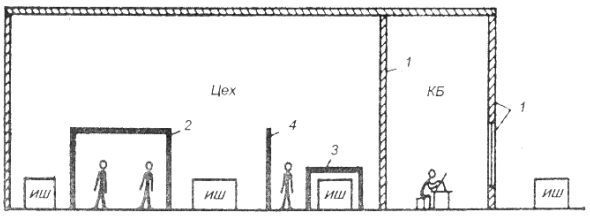


Рисунок 1.2 – Средства звукоизоляции: 1 – звукоизолирующее ограждение; 2 – звукоизолирующие кабины и пульты управления; 3 – звукоизолирующие кожухи; 4 – акустические экраны; ИШ – источник шума

Перегородки выполняют из бетона, кирпича, дерева и т. п. Наиболее шумные механизмы и машины закрывают кожухами, изготовленными из конструкционных материалов — стали, сплавов алюминия, пластмасс и др., и облицовывают изнутри звукопоглощающим материалом.

Экранирование источников шума или рабочих мест. Защитные свойства экрана возникают из-за того, что при огибании прямой звуковой волной кромок экрана за ним образуется зона звуковой тени тем большей протяженности, чем меньше длина волны (выше частота звука). Так как экран защищает только от прямой звуковой волны, его применение эффективно только в области превалирования прямого шума над отраженным. Поэтому экраны надо устанавливать между источником шума и рабочим местом, если они расположены недалеко друг от друга.

Глушители применяют для снижения аэродинамического шума. Глушители шума принято делить на абсорбционные, использующие облицовку поверхностей воздуховодов звукопоглощающим материалом; реактивные - типа расширительных камер, резонаторов, узких отростков, длина которых равна ¼ длины волны заглушаемого звука; комбинированные, в которых поверхности реактивных глушителей облицовывают звукопоглощающим материалом; экранные.

При наличии нескольких источников суммарный уровень шума определяется по следующим формулам.

Если источники звука одинаковы, т. е. каждый в отдельности создает на рабочем месте одинаковый уровень шума:

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10\lg n\,, \qquad (1.1)$$

где L_1 — уровень шума, создаваемый одним источником, n — число одинаковых источников звука.

Если источники звука различны:

$$L_{\Sigma} = 10\lg\left(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + ... + 10^{0,1L_n}\right), \qquad (1.2)$$

где L_1 L_2, ..., L_n — уровни шума, создаваемые каждым источником.

Значения $10\ \lg n$ в зависимости от числа источников шума принимаются в соответствии с таблицей 1.1.

Таблица 1.1

Число источников шума n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	100
Величина $10\ \lg n$	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	16	20

Средства индивидуальной защиты. К СИЗ от шума относят ушные вкладыши, наушники и шлемы.

Вкладыши — мягкие тампоны из ультратонкого материала, вставляемые в слуховой канал. Их эффективность не очень высока и в зависимости от частоты шума может составлять 5...15дБ.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются на голове дугообразной пружиной. Их эффективность изменяется от 7 дБ на частоте 125 Гц до 38 дБ на частоте 8000 Гц.

Шлемы применяют при воздействии шумов очень высоких уровней (более 120 дБ). Они закрывают всю голову человека, т. к. при таких уровнях шума он проникает в мозг не только через ухо, но и непосредственно через черепную коробку.

1. Практическая часть.

2.1 Определить уровень шума от источников, если учесть, что они одинаковы (использовать формулу 1.1).

Исходные данные для расчета приводятся в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Вариант 1	*Вариант 2*	*Вариант 3*	*Вариант 4*	*Вариант 5*	*Вариант 6*	*Вариант 7*	*Вариант 8*	*Вариант 9*	*Вариант 10*
L_1=95; n=3	*L_1=80; n=4*	*L_1=90; n=5*	*L_1=70; n=6*	*L_1=75; n=10*	*L_1=80; n=3*	*L_1=75; n=20*	*L_1=70; n=30*	*L_1=65; n=40*	*L_1=60; n=100*

1.2. Снизить уровень шума с помощью средств звукоизоляции.

Для этого необходимо определить звукоизолирующую способность оградительной стены.

Звукоизолирующая способность ограждения определяется по формуле:

$$R = 20\lg \rho_S f - 9 \qquad (1.3)$$

где ρ_s – поверхностная плотность ограждения, кг/м^2;

f – частота колебаний звука, Гц.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
ρ_s=470 кг/м^2; f=500 Гц	ρ_s=175 кг/м^2; f=125 Гц	ρ_s=950 кг/м^2; f=250 Гц	ρ_s=500 кг/м^2; f=1000 Гц	ρ_s=750 кг/м^2; f=125 Гц	ρ_s=150 кг/м^2; f= 100 Гц	ρ_s=250 кг/м^2; f=500 Гц	ρ_s=100 кг/м^2; f=250 Гц	ρ_s=600 кг/м^2; f=125 Гц	ρ_s=650 кг/м^2; f=500 Гц

2.3 Определить достаточная ли звукоизолирующая способность у оградительной стены.

Звукоизолирующая способность ограждения считается достаточной, если R≥80 дБ.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью практического занятия №1.
2. Выполнить расчет звукоизолирующей способности оградительной стены.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Произвести анализ существующих методов защиты от шума.
2. Определить достаточная ли звукоизолирующая способность у оградительной стены.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под шумом?
2. Какие методы применяются для защиты от шума?
3. Что представляет собой каждый из этих методов?
4. Что называется коэффициентом звукопоглощения?
5. Как определяется суммарный уровень звукового давления?
6. Что относится к СИЗ от шума?

ЗАДАНИЕ НА СРС

1. Определить параметры, характеризующие шум.
2. Гигиеническое нормирование акустических колебаний.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ТЕМА: Снижение вибрации с помощью различных технических методов и средств защиты

Теоретическая часть

Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле. Принято различать общую и локальную вибрацию.

Методы и средства виброзащиты подразделяются на коллективные и индивидуальные.

Наиболее эффективными являются средства коллективной защиты. Виброзащита осуществляется следующими основными методами:

- снижением виброактивности источника вибрации;
- применением вибродемпфирующих (вибропоглощающих) покрытий, приводящих к снижению интенсивности пространственной вибрации конструкции за счет рассеяния энергии механических колебаний;
- виброизоляцией, когда между источником и защищаемым объектом размещается дополнительное устройство, так называемый виброизолятор;

- ♦ динамическим гашением вибрации, при котором к защищаемому объекту присоединяется дополнительная механическая система, изменяющая характер его колебаний;
- ♦ активным гашением вибрации, когда для виброзащиты используется дополнительный источник вибрации, который в сравнении с основным источником генерирует колебания той же амплитуды, но противоположной фазы.

К средствам индивидуальной защиты относятся виброзащитные подставки, сиденья, рукоятки, рукавицы, обувь.

Снижение виброактивности конкретного источника вибрации зависит от особенностей его работы. Общим подходом к решению этой задачи является уменьшение энергии возмущающих сил за счет уменьшения частоты вращения или размеров вращающихся масс и соответственно линейных скоростей или перераспределение этой энергии во времени, сделав, например, более плавным процесс сгорания топлива в энергетической установке.

К эффективным средствам снижения виброактивности источника относится также замена металлических деталей на пластмассовые (из капрона, текстолита и т. п.), обладающие большим внутренним трением.

Важную роль в снижении виброактивности имеет балансировка вращающихся частей машин, которую осуществляют на специальных станках.

При *вибродемпфировании* снижение вибрации происходит за счет рассеяния энергии механических колебаний в результате преобразования ее в тепловую при возникающих в материале конструкции деформациях. В результате амплитуда упругих волн, распространяющихся по конструкциям, уменьшается по мере удаления от источника.

Применяются следующие методы демпфирования конструкций:

- ♦ изготовление деталей из материалов, обладающих большим коэффициентом потерь: чугун, сплавы меди и марганца, некоторые виды пластмасс (например, сплавы меди имеют коэффициент потерь, равный 0,2, а текстолит — 0,4);
- ♦ нанесение на детали конструкции вибродемпфирующих покрытий;
- ♦ использование вибродемпфирующих засыпок из сухого песка, чугунной дроби, а также жидкостных прослоек.

Виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент (рисунок 2.1). Этот способ нашел широкое применение при установке тяжелого оборудования (молотов, прессов, вентиляторов, насосов и т. п.).

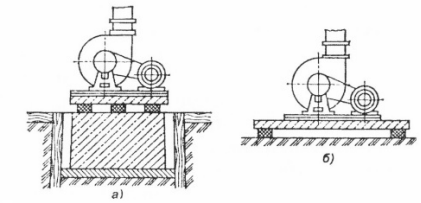


Рисунок 2.1 – Установка агрегатов на виброгасящем основании: а – на фундаменте и грунте; б – на перекрытии

Одним из способов подавления вибраций является установка динамических виброгасителей, представляющих собой дополнительную колебательную систему.

Схема динамического виброгасителя показана на рисунке 2.2. Динамический виброгаситель крепится на вибрирующем агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата. Недостатком динамического виброгасителя является то, что он подавляет колебания только определенной частоты, соответствующей его собственной.

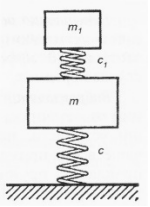


Рисунок 2.2 – Схема динамического виброгасителя

Виброизоляция — это уменьшение передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. В качестве таких устройств могут быть: виброизоляторы (пружинные, резиновые, комбинированные и др.); гибкие вставки в коммуникациях воздуховодов и в местах их прохождения через строительные конструкции; «плавающие» полы (настил пола отделяется от перекрытия упругими прокладками) и др.

На рисунке 2.3 изображены типовые конструкции пружинных и резиновых виброизоляторов.

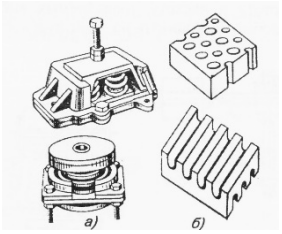


Рисунок 2.3 – Виброизолирующие опоры:
а – пружинные; б – резиновые виброизоляторы

Виброизолироваться может источник вибрации или рабочее место обслуживающего установку персонала. На рисунке 2.4 показан пример виброизоляции источника вибрации — вентиляционной установки.

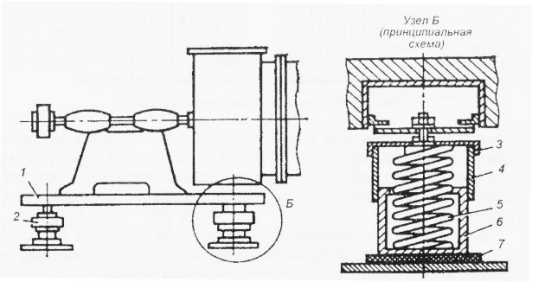


Рисунок 2.4 – Устройство виброизоляции вентиляционной установки:
1 – опорная плита; 2 – виброизоляторы; 3 – крышка корпуса; 4 – подвижная часть корпуса; 5 – пружина; 6 – неподвижная часть корпуса; 7 – виброизолирующая прокладка

Средства коллективной зашиты (СКЗ) располагаются между источником вибрации и оператором. К СКЗ оператора относятся подставки, сидения, кабины, рукоятки.

К средствам индивидуальной защиты от вибраций относятся также СИЗ для рук и ног. В качестве СИЗ для рук применяются *рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки.*

Виброзащитные рукавицы отличаются от обычных рукавиц тем, что на их ладонной части или в накладке закреплен упругодемпфирующий элемент, который выполняется из поролона или губчатой резины.

Виброзащитная обувь изготавливается в виде сапог, полусапог и полуботинок с упругодемпфирующим низом обуви и применяется в условиях общей вибрации.

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. Так, при работе с ручными

машинами, удовлетворяющими требованиям санитарных норм, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать 2/3 рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, входящие в данную операцию, не должна превышать для ручных машин 15—20 мин.

1. Практическая часть

Произведем расчет эффективности виброизоляции, согласно исходным данным в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Вариант 1	n=83с$^{-1}$; материал прокладки – резина средней жескости; h=6 см	Вариант 6	n=78с$^{-1}$; материал прокладки – плита из пробковой крошки; h=4 см
Вариант 2	n=80с$^{-1}$; материал прокладки – губчатая резина; h=5 см	Вариант 7	n=87с$^{-1}$; материал прокладки – войлок мягкий; h=7 см
Вариант 3	n=90с$^{-1}$; материал прокладки – мягкая резина; h=7 см	Вариант 8	n=92с$^{-1}$; материал прокладки – войлок жесткий прессованый; h=6 см
Вариант 4	n=96с$^{-1}$; материал прокладки – ребристая резиновая плита с отверстиями; h=8 см	Вариант 9	n=105с$^{-1}$; материал прокладки – резина средней жескости; h=5 см
Вариант 5	n=100с$^{-1}$; материал прокладки – пробка натуральная; h=9 см	Вариант 10	n=96с$^{-1}$; материал прокладки – губчатая резина; h=7 см

Эффективность виброизоляции рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = 20 \lg \left| \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 - 1 \right|, \quad дБ \qquad (2.1)$$

где f – частота вынужденных колебаний;

f_0 – собственная частота виброизолированной системы.

$$f_0 = \frac{0{,}5}{\sqrt{x_{CT}}}, \quad \text{Гц} \qquad (2.2)$$

где x_{CT} – статическая осадка виброизоляторов под действием силы тяжести машины.

Допустимая величина статической осадки x_{CT} амортизаторов из упругих прокладок зависит от их материала. Найдем ее из таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Допустимая величина статической осадки

Материалы	x_{CT}, см
Губчатая резина	0,01 h
Мягкая резина	0,016 h
Ребристая резиновая плита с отверстиями	0,02 h
Резина средней жесткости	0,015 h
Пробка натуральная	0,05 h
Плита из пробковой крошки	0,017 h
Войлок мягкий	0,015 h
Войлок жесткий прессованный	0,0155 h

Частота вынужденных колебаний определяется по формуле:

$$f=n, \qquad (2.3)$$

где n – частота вращения шкива машины, с$^{-1}$.

Если в результате расчета $\left(\frac{f}{f_0}\right)_{TP}$ получается более 4, расчет ведут для этой величины, но в этом случае не обеспечивается требуемое снижение уровня вибрации и необходимо применять другие мероприятия для ее снижения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Произвести анализ виброзащиты и выявить наиболее эффективные средства коллективной защиты от вибрации.

2. Произвести расчет эффективности виброизоляции.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью практического занятия №2.
2. Выполнить расчет эффективности виброизоляции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под вибрацией?
2. Какие существуют средства коллективной защиты от вибрации?
3. Как осуществляется снижение виброактивности конкретного источника вибрации?
4. Что представляют собой вибродемпфирование?
5. Что такое виброгашение?
6. Что такое виброизоляция?
7. Как определяется эффективность виброизоляции?
8. Что представляет собой схема расчета виброизоляторов?
9. Что относится к средствам коллективной и индивидуальной виброзащиты операторов и что каждый из них представляет собой?

ЗАДАНИЕ НА СРС

1. Определить параметры, характеризующие вибрацию

2. Классификация производственных вибраций

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

ТЕМА: Снижение электромагнитных излучений с помощью различных технических методов защиты

Цель работы: освоить методику расчета напряженности электрического поля от высоковольтных линий электропередач.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ

1. Теоретическая часть

Электромагнитная волна – это колебательный процесс, связанный с изменяющимися в пространстве и во времени взаимосвязанными электрическими и магнитными полями. Область распространения электромагнитных волн называется *электромагнитным полем* (ЭМП.)

Методы и средства защиты от переменных электромагнитных полей и излучений:

Уменьшение мощности излучения обеспечивается правильным выбором генератора (мощность генератора целесообразно выбирать не более той, которая необходима для реализации технологического процесса и работы устройства). В тех случаях, когда необходимо уменьшить мощность излучения генератора, для излучений радиочастотного диапазона применяют поглотители мощности, которые ослабляют энергию излучения до необходимой степени на пути от генератора к излучающему устройству.

Поглотители мощности. Поглотителем энергии служат специальные вставки из графита или материалов углеродистого состава, а также специальные диэлектрики. При поглощении электромагнитной энергии выделяется теплота, поэтому для охлаждения поглотителей применяют охлаждающие ребра или проточную воду.

Увеличение расстояния от источника излучения. В дальней зоне излучения, т. е. на расстояниях примерно больших 1/6 длины волны излучения, плотность потока энергии (ППЭ) уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния, а напряженности электрического и магнитного полей — обратно пропорционально расстоянию. То есть при увеличении расстояния от источника излучения в 2 раза ППЭ уменьшается в 4 раза, а напряженности (Е и Н) в 2 раза.

Уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения.

Допустимое время пребывания в зоне излучения установок промышленной частоты (50 Гц):

$$T_{ДОП} = \frac{50}{E} - 2, \qquad (3.1)$$

где E – напряженность электромагнитного поля.

Однако, если это возможно, целесообразно сокращать время пребывания в зоне облучения до значения меньше допустимого, чтобы избежать необоснованного выполнением необходимой работы облучения.

Подъем излучателей и диаграмм направленности излучения, блокирование излучения. Излучающие антенны необходимо поднимать на максимально возможную высоту и не допускать направления луча на рабочие места и территорию предприятия.

Для защиты от электрических полей промышленной частоты необходимо увеличивать высоту подвеса фазных проводов линий электропередач (ЛЭП), уменьшать расстояние между ними и т. д. Путем правильного выбора геометрических параметров можно снизить напряженность электрического поля вблизи ЛЭП в 1,6...1,8 раза.

Экранирование излучений. Экранируют либо источники излучения, либо зоны, где может находиться человек. Экраны могут быть замкнутыми (полностью изолирующими излучающее устройство или защищаемый объект) или незамкнутыми, различной формы и размеров, выполненными из сплошных, перфорированных, сотовых или сетчатых материалов.

Экраны частично отражают и частично поглощают электромагнитную энергию. По степени отражения и поглощения их условно разделяют на отражающие и поглощающие экраны.

Для увеличения поглощающей способности экрана их делают многослойными и большой толщины, иногда со стороны падающей волны выполняют конусообразные выступы.

Наиболее часто в технике защиты от электромагнитных полей применяют металлические сетки. Они легки, прозрачны, поэтому обеспечивают возможность наблюдения за технологическим процессом и излучателем, пропускают воздух, обеспечивая охлаждение оборудования за счет естественной или искусственной

вентиляции.

Средства индивидуальной защиты. К СИЗ, которые применяют для защиты от электромагнитных излучений, относят: радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки, очки, маски и т.д. Данные СИЗ используют метод экранирования.

Радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки в общем случае шьются из хлопчатобумажного материала, вытканного вместе с микропроводом, выполняющим роль сетчатого экрана. Шлем и бахилы костюма сделаны из такой же ткани, но в шлем спереди вшиты очки и специальная проволочная сетка для облегчения дыхания. Эффективность костюма может достигать 25...30 дБ. Для защиты глаз применяют очки специальных марок с металлизированными стеклами. Поверхность стекол покрыта пленкой диоксида олова. В оправе вшита металлическая сетка, и она плотно прилегает к лицу для исключения проникновения излучения сбоку. Эффективность очков оценивается в 25...35 дБ.

2. Практическая часть

Выполним расчет эффективности экранирования электромагнитного излучения.

Эффективность экранов принято оценивать в дБ по формулам:

$$\Delta L = 20\lg(E_0 / E); \qquad (3.2)$$

$$\Delta L = 20\lg(H_0 / H); \qquad (3.3)$$

$$\Delta L = 10\lg(ППЭ_0 / ППЭ), \qquad (3.4)$$

где E_0, H_0, $ППЭ_0$ — соответственно напряженность электрического, магнитного поля и плотность потока энергии перед экраном; E, H, $ППЭ$ — те же параметры после экрана.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Вариант 1	E=50 В/м, H=10 А/м, $ППЭ$=12 Вт/м^2; E_0=70 В/м, H_0=20А/м; $ППЭ_0$=34Вт/м^2.	Вариант 6	E=60 В/м, H=18 А/м, $ППЭ$=17 Вт/м^2; E_0=87 В/м, H_0=29А/м; $ППЭ_0$=41Вт/м^2.
Вариант 2	E=55 В/м, H=11 А/м, $ППЭ$=14 Вт/м^2; E_0=80 В/м, H_0=25А/м; $ППЭ_0$=40Вт/м^2.	Вариант 7	E=65 В/м, H=17 А/м, $ППЭ$=21 Вт/м^2; E_0=93 В/м, H_0=31А/м; $ППЭ_0$=43Вт/м^2.
Вариант 3	E=60 В/м, H=14 А/м, $ППЭ$=12 Вт/м^2; E_0=83 В/м, H_0=28А/м; $ППЭ_0$=34Вт/м^2.	Вариант 8	E=67 В/м, H=9 А/м, $ППЭ$=24 Вт/м^2; E_0=102 В/м, H_0=19А/м; $ППЭ_0$=50Вт/м^2.
Вариант 4	E=59 В/м, H=17 А/м, $ППЭ$=15 Вт/м^2; E_0=85 В/м, H_0=22А/м; $ППЭ_0$=45Вт/м^2.	Вариант 9	E=65 В/м, H=12 А/м, $ППЭ$=21 Вт/м^2; E_0=91 В/м, H_0=27А/м; $ППЭ_0$=55Вт/м^2.
Вариант 5	E=57 В/м, H=15 А/м, $ППЭ$=20 Вт/м^2; E_0=75 В/м, H_0=30А/м; $ППЭ_0$=37Вт/м^2.	Вариант 10	E=63 В/м, H=11 А/м, $ППЭ$=19 Вт/м^2; E_0=89 В/м, H_0=29А/м; $ППЭ_0$=52Вт/м^2.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью практического занятия №3.
2. Выполнить расчет эффективности экранов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Выполнить расчет эффективности экранов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под электромагнитным полем?
2. Какие существуют методы и средства защиты от переменных электромагнитных полей?
3. Как осуществляется каждый из этих методов и средств?

4. Как определяется допустимое время пребывания в зоне излучения установок промышленной частоты?
5. Из каких материалов выполняются отражающие и поглощающие экраны?
6. Что относится к СИЗ от электромагнитных излучений?

ЗАДАНИЕ НА СРС

1. Классификация электромагнитных полей.
2. Источники электромагнитных полей на производстве.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ТЕМА: Защита от электромагнитных полей высокочастотных установок для нагрева материалов

Цель работы: освоить методику расчета напряженности магнитного поля от нагревательных печей и размеров защитных экранов.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ

Промышленными источниками электромагнитных полей являются высокочастотные установки для нагрева материалов.

Электромагнитное поле обладает энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Скорость распространения колебаний в воздухе υ равна скорости света $3 \cdot 10^8$ м/с. Длина волны зависит от частоты: $\lambda = \frac{\upsilon}{f}$ (1)

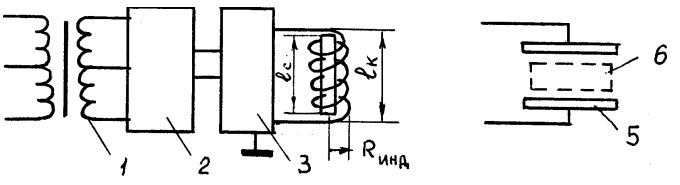
где λ - длина волны, м; υ - скорость распространения колебаний, м/с; f - частота колебаний, Гц.

Область распространения электромагнитных волн от источника излучения условно разделяют на три зоны: ближнюю (имеющую радиус менее 1/6 длины волны), промежуточную и дальнюю (расположенную на расстоянии более 1/6 длины волны от источника).

В ближней и промежуточной зонах электромагнитная волна еще не сформирована, поэтому интенсивность ЭМП в этих зонах оценивается раздельно напряженностью электрической Е (В/м) и магнитной Н (А/м) составляющих поля.

С увеличением напряженности электромагнитного поля, продолжительности облучения и частоты колебаний воздействие на человека возрастает. При воздействии ЭМП частотой выше 60 кГц наступает нагрев тканей. Облучение особенно вредно для глаз, мозга, половых органов. Облучение глаз вызывает помутнение хрусталика (катаракту).

При текущем санитарном контроле (не реже одного раза в год), а также в случае приемки источников ЭМП или изменения их конструкции и режимов работы, производится измерение параметров электромагнитного поля на рабочих местах. Измеренные значения сравниваются с нормативными по ГОСТ 12.1.006-84 и если они не соответствуют, то применяются меры защиты.



а) б)

Рис 4.1 Схема генератора для нагрева металла (а) и неметаллич. материалов (б)

Характеристика источников электромагнитного поля (индукторов и конденсаторов)

Источниками ЭМП высокой частоты (ВЧ) и ультравысокой частоты (УВЧ) на

машиностроительных предприятиях являются плавильно- закалочные и сушильные установки. Для индукционного нагрева металла применяются установки (рисунок 4.1, а), состоящие из трансформатора, выпрямителя, генератора и индуктора. Для нагрева неметаллических материалов (например, древесины) вместо индукционной катушки используется конденсатор (рисунок 1, б). Источниками излучений является индуктор или конденсатор, а также генератор и линия передачи от генератора к индуктору или конденсатору.

Рабочие места по обслуживанию нагревательных установок обычно находятся в ближней зоне воздействия ЭМП, где соотношение напряженностей электрической Е и магнитной составляющей Н зависит от вида источника излучения (конденсатор или индуктор).

Нормирование воздействия ЭМП высокой и ультравысокой частот.

Предельно допустимое значение Е и Н в диапазоне частот 60кГц...300 МГц на рабочих местах персонала следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам: Рис 4.2 – Графики для определения β

$$E_{ПД} = \sqrt{\frac{Э_{E_{по}}}{T}} \qquad H_{ПД} = \sqrt{\frac{Э_{н_{пд}}}{T}} \qquad (3)$$

где $E_{ПД}$ и $H_{ПД}$ –предельно допустимые значения напряженности электрического, В/м, и магнитного, А/м, полей

$Э_{Епд}$ и $Э_{Нпд}$ - предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня $(В/м)^2$ ч и $(А/м)^2$ ч.

Защита от воздействия электромагнитныхполей индуктора и конденсатора

Для защиты обслуживающего персонала от электромагнитных полей индукторов и конденсаторов их экранируют. Форма экрана должна удовлетворять конструктивным и эксплуатационным требованиям. Экраны применяются сплошные с вентиляционными и смотровыми окнами, а также в форме цилиндра или прямоугольного параллелепипеда.

Практическая часть

Методика расчета экрана индуктора высокочастотной установки для нагрева металла

Методика расчета экрана индуктора состоит в следующем. Вначале вычисляется напряженность магнитной составляющей поля Н от индуктора по формуле (2). β определяется по графику. Сравнивается полученное значение Н с допустимым значением $Н_Д$ (формула 3) по ГОСТ 12.1.006-84. ($Эн_{пд}$=200А/м). Определяется требуемая эффективность экранирования: $Э_{тр} = \frac{H}{H_Д}$ (4)

где $Э_{тр}$ - требуемая эффективность экранирования; Н - действующее значение напряженности магнитной составляющей поля, А/м; $Н_Д$ - допустимый уровень напряженности магнитной составляющей поля, А/м.

Проектирование экрана проводится с учетом обеспечения доступа к нагревательной установке, возможности механизации процесса загрузки и т.д., а также с учетом минимальной потери энергии в экране. Радиус цилиндрического замкнутого экрана $R_{экр}$ нагревательной установки для закалки металлов при условии, что потери в нем не превышают 1 % мощности генератора, определяются по формуле:

$$R_{'экр} = 0{,}64R_{инд}\sqrt[3]{\frac{\omega^2 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot R_{инд}}{\delta \cdot P \cdot l_k}} \qquad (5)$$

где $R_{инд}$ - радиус катушки индуктора, м; ω - число витков катушки: I - сила тока в катушке, А; □ - удельное сопротивление материала экрана (таблица 4.1), Ом · м; δ - глубина проникновения (расстояние, на котором напряженность поля уменьшается в e = 2,73 раза), м; Р- мощность генератора, Вт; $l_К$ - длина катушки, м.

Глубина проникновения электрического поля $\delta = 0{,}52\sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f_m}}$ (6)

где μ - относительная магнитная проницаемость материала экрана (таблица 4.1);

$f_М$ - частота колебаний электромагнитного излучения, МГц.

Таблица 4.1 – Характеристики материалов экранов

Материал	Удельное сопротивление ρ, Ом · м	Относительная магнитная проницаемость,μ
Алюминий	$0{,}28 \cdot 10^{-7}$	1
Медь	$0{,}17 \cdot 10^{-7}$	1
Сталь	$1{,}5 \cdot 10^{-7}$	150

Проверяется значение $R_{экр}$ по условию, что расстояние между витками индуктора и стенками цилиндра должна быть не менее радиуса индуктора, то есть

$$R_{экр} \geq 2R_{инд} \quad , \qquad (7)$$

где $R_{инд}$ - радиус витков индуктора (рисунок 4.3), м.

Если условие не выполняется, то принимаем $R_{экр} = 2R_{инд}$,

Высота экрана определяется из формулы эффективности экранирования:

$Э_{экр} = \exp(3{,}6 \cdot l_{экр}/D_{экр})$, (8)

только в место $Э_{экр}$ подставляется $Э_{тр}$

$$l_{экр} = (D_{экр}/3{,}6) \cdot \ln Э_{ТР} \qquad (9)$$

где $Э_{экр}$ - эффективность экранирования, т.е. величина, показывающая во сколько раз напряженность поля в данном месте уменьшилась в результате экранирования;

$l_{экр}$ - расстояние по оси индуктора от его крайних витков до краев цилиндра экрана, м;

$D_{экр}$ - диаметр цилиндра экрана, м.

Общая длина экрана l определяется по формуле: $l = l_к + 2 \cdot l_{экр}$ (10)

Если в результате расчета стального экрана его габариты получаются большими, то целесообразно применить алюминий или медь.

На эффективность экрана не влияет его толщина, т.к. для экранирования достаточно очень тонкого слоя металла. Поэтому толщина экрана принимается из условия прочности равной 0,8...2 мм.

В результате расчета размеров экрана его эффективность должна быть больше требуемого значения, т.е. $Э_{экр} \geq Э_{тр}$. (11)

Задание. Рассчитать экран высокочастотной плавильной печи. Параметры индуктора и расстояние до рабочего места даны в таблице. В задаче приняты следующие обозначения:

Rинд - радиус катушки индуктора печи, м; lк - длина катушки индуктора, м;

P - мощность плавильной печи, кВт; ω - число витков катушки индуктора;

I - сила тока в катушке, А; f - частота тока, кГц; r - расстояние от оси катушки до рабочего места, м.

Таблица – Исходные данные для задачи.

Вари-ант	Параметры индуктора плавильной печи						Расстояние до рабочего места r, м
	$R_{инд}$, м	$l_к$, м	ω	I, A	f, кГц	P, кВт	
1	0,1	0,15	20	150	150	60	0,6
2	0,2	0,3	40	200	100	60	1,3
3	0,3	0,4	60	300	60	100	2,0
4	0,2	0,4	50	300	150	70	1,5
5	0,1	0,3	25	250	70	60	0,8
6	0,1	0,2	20	150	200	40	0,8
7	0,2	0,2	25	100	400	60	0,6
8	0,2	0,4	30	250	30	70	1,5
9	0,3	0,3	50	350	350	100	2,0
0	0,2	0,3	45	200	50	60	1,3

Порядок выполнения работы 1 Ознакомиться с методикой расчета напряженности магнитного поля Н от катушки индуктора, нормированием Н по ГОСТ 12.1.006-84.

2 Рассчитать экран высокочастотной плавильной печи.

Оформление отчета Отчет должен содержать: название, цель работы, расчет экрана высокочастотной плавильной печи (формулы должны быть написаны с наименованием всех параметров и единиц измерения); выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое вредное воздействие оказывает на организм человека электромагнитное поле от индукционных катушек и рабочих конденсаторов, применяемых для нагрева материалов? Какие применяются меры защиты от воздействия ЭМП?
2. Как определяются ближняя и дальняя зоны распространения электромагнитного поля? Как рассчитать длину волны электромагнитного излучения при известной частоте колебаний? Как оценивается воздействие в ближней и дальней зоне ЭМП?
3. В чем заключается методика расчета экранирующих устройств? Какой порядок расчета?
4. Объясните формулу расчета требуемой эффективности экранирования ЭМП высоких частот?
5. Что является источниками ЭМП высокой частоты (ВЧ) и ультравысокой частоты (УВЧ) на машиностроительных предприятиях?
6. Какие установки применяются для индукционного нагрева металла и неметаллических материалов, из чего они состоят?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ТЕМА: Анализ средств защиты от опасности механического травмирования

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причиной такого рода травм являются прежде всего шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов.

Все источники механического травмирования можно разделить на *реально* и *потенциально опасные*.

К первым можно отнести: шероховатости поверхности, заусенцы, острые кромки и выступы на различных частях оборудования и подвижные заготовки при работах на металлообрабатывающих станках, движущиеся грузоподъемные машины и средства транспорта.

Ко вторым: сосуды, работающие под давлением, разрушение (взрыв) которых может произойти при нарушении Правил их эксплуатации, штабели материалов, заготовок, готовых изделий, которые при неправильной их укладке могут обрушаться, площадки обслуживания оборудования на высоте, лестницы при несоответствии их требованиям безопасности и т. д.

Защита от травмирования достигается применением технических средств, исключающих или уменьшающих воздействие на работающих травмоопасных производственных факторов. Они могут быть коллективными и индивидуальными. Первые обеспечивают защиту любого работника, обслуживающего травмоопасное оборудование с указанными средствами защиты. Вторые - только тех, кто их использует.

Средства коллективной защиты от механического травмирования стандартизованы ГОСТ 12.4.125-83 и включают целый ряд подвидов (рисунок 4.1).

Защитные устройства должны удовлетворять следующим общим требованиям:

- предотвращать контакт рук и других частей тела человека, его одежды и других предметов с опасными движущимися частями машины, не позволять человеку-оператору машины или другому рабочему приблизить руки и другие части тела к опасным движущимся частям;
- должны быть изготовлены из прочных материалов, выдерживающих условия нормальной эксплуатации, и надежно прикрепляться к машине;
- не создавать иных опасностей, не иметь режущую кромку, заусенец или шероховатости поверхности;
- не мешать выполнению работ.

Наибольшее применение для защиты от механического травмирования машин, механизмов, инструмента находят оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.



Рисунок 4.1 – Средства коллективной защиты от механического травмирования

Оградительные средства защиты наиболее распространены в промышленности. Они препятствуют попаданию человека в опасную зону. Все открытые движущиеся и вращающиеся части оборудования, расположенные на высоте до 2500 мм от уровня пола, если они являются источниками опасности, должны быть закрыты сплошным или сетчатым ограждением. Ограждения могут быть полными, закрывающими травмоопасный агрегат в целом, и частичными, исключающими доступ к наиболее опасным частям оборудования. Полные ограждения изготавливаются обычно из металла и выполняют одновременно функции звукоизолирующего ограждения.

Чаще всего конструкция ограждения представляет собой кожух. В корпусах машин и механизмов, а также станков они могут выполняться в виде дверцы, перекрывающей доступ к редукторам, коробкам скоростей и другим элементам привода.

Ограждения в виде щитов (в том числе сетчатых) широко используются в роботизированном производстве.

Переносные щиты устанавливают при проведении ремонтных и наладочных работ для исключения попадания в зону их проведения посторонних лиц, например, при сварочных работах, работах в колодцах подземных коммуникаций, при ремонте электроустановок в цехах.

На металлорежущих станках ограждения, как правило, выполняются в виде защитных экранов, которые для удобства обслуживания могут выполняться откидными.

В качестве материала для изготовления экранов используются металлы и пластики. Экраны удобно выполнять также из прозрачных материалов (безосколочное стекло, пластмасса, триплекс). Защитные экраны не должны ограничивать технологические возможности станка и вызывать неудобства при работе, уборке, наладке, а также приводить к загрязнению пола смазочно-охлаждающей жидкостью. При необходимости защитные экраны следует снабжать рукоятками, скобами для удобства перемещения и установки.

Предохранительные устройства могут быть двух типов: ограничительные и блокировочные. Ограничительные срабатывают при превышении какого-либо параметра, характеризующего работу системы механизма или машин. Например, срезные штифты и шпонки срабатывают при превышении допустимого крутящего момента, предохранительные клапана — рабочего давления, упоры - при выходе элементов за допустимые пределы в пространстве. Таким образом, исключаются аварийные режимы работы оборудования, а следовательно, его возможные поломки и аварии; а в конечном итоге — травмы. Различают предохранительные оградительные устройства с автоматическим восстановлением кинематической цепи после того, как контролируемый параметр пришел в норму, и устройства, которые после срабатывания требуют остановки оборудования для их замены. Примером первых являются предохранительные клапаны, фрикционные муфты, регуляторы давления, вторых — предохранители электроустановок, разрывные мембраны систем, работающих под давлением.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне. Блокировка бывает механическая, электрическая и комбинированная.

Тормозные устройства подразделяют:

- по конструктивному исполнению — на колодочные, дисковые, конические и клиновые;
- по способу срабатывания — на ручные, автоматические и полуавтоматические;
- по принципу действия — на механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные;
- по назначению - на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.

Тормоза играют важную роль в обеспечении безопасной эксплуатации, ремонта и обслуживания технологического оборудования, позволяя быстро останавливать валы и прочие элементы, являющиеся потенциальными источниками опасности. Кроме того, они служат для остановки либо торможения груза в подъемно-транспортных машинах.

Устройства автоматического контроля и сигнализации. Наличие контрольно-измерительных приборов — одно из условий безопасной и надежной работы оборудования. Это приборы для измерения давлений, температур, статических и динамических нагрузок, и других параметров, превышение допустимых значений которых может привести к аварии, а следовательно, и к травматизму. Эффективность использования этих приборов повышается при объединении их с системами сигнализации.

Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют:

- по назначению — на информационные, предупреждающие, аварийные и ответные;
- по способу срабатывания — на автоматические и полуавтоматические;
- по характеру сигнала — на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;
- по характеру подачи сигналами — на постоянные и пульсирующие.

Информационная сигнализация применяется при проведении разнообразных технологических процессов, на испытательных стендах, а также для согласования действий работающих, в частности, крановщиков и стропальщиков. При монтажных операциях зеленые сигнальные лампы должны включаться на временно не работающем оборудовании. Подобная сигнализация применяется в шумных производствах, где нарушена речевая связь. В поточных и автоматизированных линиях красные сигнальные лампы устанавливают на машинах и установках, которые не контролируются обслуживающим персоналом.

Устройства предупреждающей сигнализации предназначены для предупреждения о возникновении опасности. Чаще всего в них используют световые и звуковые сигналы, поступающие от различных приборов, регистрирующих ход технологического процесса, в том числе уровень опасных и вредных факторов. Для звуковой сигнализации применяют сирены или звонки.

К предупреждающей сигнализации относятся указатели и плакаты «Не включать — работают люди», «Не входить», «Не открывать — высокое напряжение» и др. Для дверей и световых табло, эвакуационных и запасных выходов следует применять зеленый сигнальный цвет (надпись белого цвета). Очень широко в промышленности используются сигнальные цвета (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный	**Смысловое значение**	**Область применения**	**Контрастный цвет**
Красный	Непосредственная опасность. Аварийная или опасная ситуация. Пожарная техника,	Запрещение опасного поведения или действия. Обозначение непосредственной опасности. Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (технологического процесса).	Белый

Желтый	Возможная опасность	Обозначение возможной опасности, опасной ситуации. Предупреждение, предостережение о возможной	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные условия. Помощь, спасение	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном состоянии технологического процесса. Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов,	Белый
Синий	Предписание во избежание опасности	Требование обязательных действий в целях обеспечения безопасности. Разрешение определенных действий	

Знаки безопасности стандартизированы ГОСТ Р 12.4.026—01. Они различаются между собой формой и цветом. Геометрическая форма, сигнальный цвет и смысловое значение основных знаков безопасности приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	**Геометрическая форма**	**Сигнальный цвет**	**Смысловое значение**
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного поведения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возможной опасности.
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности*	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств противопожарной защиты, их элементов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Надпись или информация

* Знаки пожарной безопасности связаны с проблемой механического травмирования опосредовано (паника в условиях пожара, как правило, приводит к падениям и травмам).

Средства индивидуальной защиты от механического травмирования делятся на несколько групп. Специальная одежда, специальная обувь и средства защиты рук в свою очередь включают в себя большое число подвидов (подгрупп). Деление производится по назначению (от ударов, порезов, проколов и т. д.).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Изучить средства защиты, принцип их действия.
2. Составить перечень средств защиты для различных работников исходя из варианта.
3. Данные занести в таблицу.

Группа защитных устройств	Принцип действия	Область применения

Таблица Исходные данные

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	слесарь	машинист	электрик	Кранов щик	пожарный	сварщик	кузнец	шахтер	металлург	железнодорожник

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под механическим травмированием?
2. Какие источники механического травмирования относятся к реально опасным, а какие к потенциально опасным?
3. Как классифицируются средства коллективной защиты от механического травмирования?
4. Что представляют собой: оградительные средства защиты, предохранительные устройства, блокировочные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации?
5. Какие существуют основные знаки безопасности?
6. На какие группы делятся средства индивидуальной защиты от механического травмирования?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

ТЕМА: Расчет радиуса опасной зоны при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования

Подъемно-транспортные оборудование можно разделить на две большие группы: транспортирующие и грузоподъемные машины и устройства.

К транспортирующим машинам относятся: ленточные и цепные конвейеры (транспортеры), винтовые конвейеры (шнеки), рельсовый и безрельсовый транспорт (железнодорожные цистерны, вагонетки, автомашины).

Грузоподъемные машины подразделяются на подъемники и краны. К подъемникам относятся домкраты, ручные лебедки, лифты (грузовые и для подъема людей). Кран – это грузоподъемная машина, предназначенная для подъема и перемещения груза, подвешенного с помощью грузового крюка или другого грузозахватного органа.

Безопасность при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования и машин (ПТМ) обеспечивается следующими методами:

- определение размера опасной зоны ПТМ;
- применение средств защиты от механического травмирования механизмами ПТМ;
- расчет на прочность канатов и грузозахватных устройств (ГЗУ);
- определение устойчивости кранов;
- применение специальных устройств обеспечения безопасности;
- регистрация, техническое освидетельствование и испытание ПТМ и ГЗУ.

Размер опасной зоны ПТМ зависит от высоты подъема груза и длины пути перемещения ПТМ с грузом.

Для защиты от травмирования человека механизмами приводов ПТМ (зубчатые, цепные, червячные предачи, валы механизмов ПТМ, ходовые колеса и т. п.) применяются средства, аналогичные средствам защиты, используемым для технологического оборудования, прежде всего ограждения.

Расчет канатов на прочность осуществляется по формуле:

$$K \geq P / S ,$$

где K — коэффициент запаса прочности каната при разрывном усилии; P — допустимое разрывное усилие каната, Н (кгс), определяемое по сертификату на канат; S — наибольшее натяжение каната (без учета динамических нагрузок), Н (кгс).

Величина K определяется *правилами* Госгортехнадзора и зависит от типа каната и ПТМ, условий работы каната. Так, для промышленных кранов в зависимости от условий работы каната K= 3,5...6, для грузовых лифтов без проводника — 8... 13, для грузовых лифтов с проводником и пассажирами 9 15. С целью уменьшения износа и повреждения канатов их покрывают защитной смазкой.

Передвижные стреловые краны должны обладать достаточной для их безопасной работы устойчивостью. Условия устойчивости кранов: удерживающий момент должен быть больше опрокидывающего момента сил, действующих относительно вертикальной оси крана, проходящей через центр его тяжести. Расчет устойчивости кранов осуществляется методами теоретической механики при рабочем положении крана с грузом (грузовая устойчивость) и при положении крана без груза в условиях неблагоприятных ветровых нагрузок (собственная устойчивость). Устойчивость кранов определяется коэффициентами грузовой и собственной устойчивости крана.

Коэффициент грузовой устойчивости — это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом всех дополнительных нагрузок (ветровой, инерционной, торможения), и момента, создаваемого рабочим грузом при работе крана с учетом уклона местности или пути крана.

Коэффициент собственной устойчивости — это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом уклона местности и пути в сторону опрокидывания, и момента, создаваемого ветровой нагрузкой при нерабочем состоянии крана (без груза).

По *правилам* значения этих коэффициентов должны быть не менее 1,15. Для каждого вылета стрелы крана установлены предельные значения веса поднимаемого груза, которые нельзя превышать, так как возможно опрокидывание крана.

Специальные устройства безопасности подразделяются на устройства, обеспечивающие

безопасные весовые и нагрузочные характеристики, и устройства, обеспечивающие безопасное передвижение груза.

К *устройствам, обеспечивающим безопасные весовые и нагрузочные характеристики,* относятся тормоза и остановы, ограничители грузоподъемности и грузового момента, противоугонные устройства.

Тормоза могут предназначаться для остановки механизма (стопорные), ограничения скорости подъема и спуска груза (спускные). По конструктивному выполнению они аналогичны тормозам, применяемым в технологическом оборудовании, а по принципу действия — автоматические (вступающие в работу при отключении двигателя механизма) и управляемые (включаемые при воздействии на орган управления). Наиболее часто на ПТМ используются колодочные стопорные тормоза.

Остановы используют для удержания груза на весу. Одним из наиболее распространенных остановов является храповой останов (рисунок 5.1).

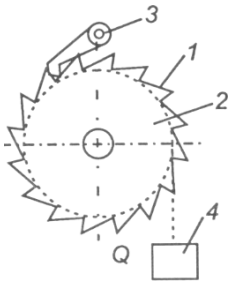


Рисунок 5.1 – Схема останова механизма подъема: 1 – храповое кольцо; 2 – барабан; 3 – собачка; 4 – груз

Ограничители грузоподъемности автоматически отключают механизм подъема груза, масса которого превышает предельное значение более чем на 10 %. В стреловых кранах с переменной грузоподъемностью, зависящей от вылета стрелы, применяют *ограничители грузового момента,* учитывающие не только вес поднимаемого груза, но и величину вылета стрелы.

Противоугонные устройства предназначаются для удержания крана, работающего на открытом воздухе, от самопроизвольного перемещения по рельсовому пути под действием ветра. Основным элементом противоугонных устройств являются рельсовые захваты (рельсозажимные клещи), посредством которых кран вручную или автоматически закрепляется за рельсы.

Применяются и другие устройства безопасности: блокировка люка и дверки кабины в мостовых кранах, ограничители поворота на башенных кранах, измерители крена на самоходных кранах, ограничители перекоса на мостовых кранах и др.

Грузозахватные приспособления (крюки, электромагнитные шайбы, грейферы, подхваты и захваты) являются особо ответственными деталями крана и изготавливаются под форму перемещаемых грузов. Периодический контроль за их состоянием рабочих поверхностей (износ, отсутствие трещин и дефектов) обеспечивает безопасность при эксплуатации транспортных устройств.

Регистрация, техническое освидетельствование и испытание ПТМ и ГЗУ является важнейшим методом обеспечения подъемно-транспортного оборудования и подъемно-транспортных машин. Надзор за безопасностью ПТМ осуществляет Госгортехнадзор.

Каждая изготовленная заводом-изготовителем грузоподъемная машина должна быть принята отделом технического контроля и снабжена паспортом, инструкцией по монтажу и эксплуатации и другой технической документацией, предусмотренной ГОСТ или ТУ. До пуска в работу грузоподъемная машина подлежит *регистрации в органах Госгортехнадзора,* которые выдают разрешение на ввод ее в эксплуатацию. Грузоподъемная машина подлежит перерегистрации после проведения реконструкции машины, ремонта, передачи машины другому владельцу, перестановки на новое место.

Все вновь устанавливаемые грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные устройства до пуска в работу подлежат *техническому освидетельствованию.* Первичное освидетельствование проводится отделом технического контроля предприятия-изготовителя перед отправкой кранов потребителю. Находящиеся в эксплуатации грузоподъемные машины должны подвергаться периодическому частичному освидетельствованию через каждые 12 месяцев, а

полному — через 3 года. Редко используемые машины (например, краны, обслуживающие производственные помещения только при ремонте) подвергаются полному техническому освидетельствованию через 5 лет.

При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина подвергается осмотру, *статическим и динамическим испытаниям*; при частичном техническом освидетельствовании — только осмотру.

При осмотре устанавливается надежность каждого узла и элемента машины, степень износа канатов, цепей, крюков, зубчатых и червячных передач, тормозов, аппаратов управления и других устройств, определяется работоспособность приборов и устройств безопасности, крепление канатов, наличие и исправность заземления и электрических блокировок, состояние ограждений, перил, лестниц и т. п.

Статическое испытание грузоподъемной машины имеет целью проверку ее прочности в целом и прочности отдельных элементов. У стреловых кранов проверяют грузовую устойчивость под нагрузкой, на 25 % превышающей номинальную. Испытание стреловых кранов проводят при максимальном и минимальном вылете стрелы в положении, отвечающем наименьшей устойчивости крана, при этом груз поднимается на высоту 100...200 мм. Кран считается выдержавшим испытание, если в течение 10 мин поднятый груз не опустился на землю, а также не обнаружено трещин, деформации и других повреждений.

Грузоподъемная машина, выдержавшая статическое испытание, подвергается динамическому испытанию с целью проверки действия механизмов, тормозов, устройств безопасности. При динамическом испытании груз должен превышать номинальный на 10 %.

1. Практическая часть.

Рассчитаем радиус опасной зоны при работе подъемно-транспортного оборудования.

Размер опасной зоны ПТМ зависит от высоты подъема груза и длины пути перемещения ПТМ с грузом. Радиус окружности, в пределах которой может упасть груз, определяется по схеме, приведенной на рисунке 5.1, *а,* и формуле:

$$R = r_c + 0{,}5l_Г + 0{,}3H, \qquad (5.1)$$

где r_c — вылет стрелы крана от оси его поворота (для мостовых и козловых кранов r_c = 0), м;

$l_Г$ — наибольший линейный размер груза (при подъеме длинномерных грузов по вертикали их отлет связан с падением на всю длину), м;

H — высота подъема груза, м.

Определив радиус R и зная длину L пути перемещения ПТМ (крана), можно определить опасную зону возможного падения груза, которое может произойти при обрыве каната, срыве ГЗУ, плохом закреплении груза. Опасная зона определяется нанесением окружностей радиусом R с центрами на линии перемещения оси ПТМ (рисунок 5.1, *б*).

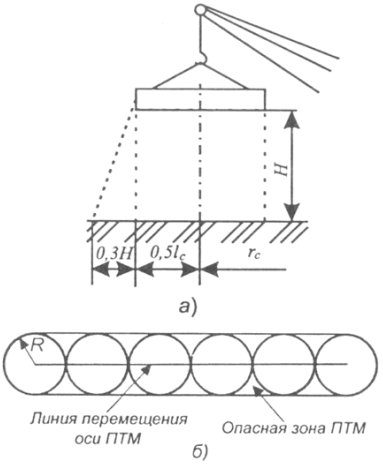


Рисунок 5.1 - Схема к определению опасной зоны у грузоподъемного механизма: *а* — определение радиуса окружности, в пределах которой может упасть груз; *б* — определение опасной зоны при перемещении ПТМ

Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Вариант 1	r_c=0; $l_Г$ = 6 м; H=9м	Вариант 6	r_c=4; $l_Г$ = 12 м; H=17м
Вариант 2	r_c=0; $l_Г$ = 5 м; H=7м	Вариант 7	r_c=1; $l_Г$ = 8 м; H=18м
Вариант 3	r_c=10м; $l_Г$ = 8 м; H=20м	Вариант 8	r_c=8; $l_Г$ = 11 м; H=20м
Вариант 4	r_c=5м; $l_Г$ = 9 м; H=15м	Вариант 9	r_c=0; $l_Г$ = 6 м; H=15м
Вариант 5	r_c=3м; $l_Г$ = 4 м; H=22м	Вариант 10	r_c=4; $l_Г$ = 9 м; H=14м

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью практического занятия.
2. Выполнить расчет размера опасной зоны ПТМ.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Выполнить расчет размера опасной зоны ПТМ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие группы разделяется подъемно-транспортное оборудование?
2. Какие машины относятся к грузоподъемным, а какие к транспортирующим?
3. С помощью каких методов осуществляется безопасность при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования и машин?
4. Как рассчитать размер опасной зоны ПТМ?
5. Как определяется устойчивость крана?
6. Какие устройства применяются для обеспечения безопасности на ПТМ?
7. Как осуществляются регистрация, техническое освидетельствование и испытания ПТМ?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

ТЕМА: Оценка степени опасности сосудов и установок, работающих под давлением.

Сосудами, работающими под давлением, называются герметически закрытые емкости, предназначенные для ведения в них химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных т растворенных газов и жидкостей под давлением. К установкам, сосудам и системам относят паровые и водогрейные котлы; трубопроводы пара, горячей воды и сжатого воздуха; сосуды, цистерны, бочки; баллоны; компрессорные установки; установки газоснабжения.

Для обеспечения надежной и безопасной работы сосудов и установок, находящихся под давлением, необходимо выполнять технические мероприятия по предупреждению аварий и взрывов. Конструкция установок должна обеспечивать их надежную и безопасную работу, возможность осмотра и очистки, промывки, продувки и ремонта, а также проведения необходимых испытаний.

Все установки, работающие под давлением, маркируют. На маркировке указывают наименование завода-изготовителя, заводской номер установки, год изготовления и дату

технического освидетельствования, общую массу установки, вместимость, рабочее и пробное давления, ставится клеймо завода. Емкости высокого давления подлежат регистрации, регулярным техническим освидетельствованиям и испытаниям.

Трубопроводы, баллоны, цистерны окрашивают в цвета, соответствующие их содержимому, и снабжают надписью с наименованием хранимого или транспортируемого вещества.

Сосуды, работающие под давлением, должны быть оснащены:

- запорной и запорно-регулирующей арматурой;
- предохранительными устройствами;
- контрольными приборами для измерения давления и температуры.

Для предотвращения чрезмерного повышения давления в сосуде служат предохранительные устройства, при срабатывании которых избыточное давление сбрасывается из сосуда или установки.

Предохранительные устройства обязательно устанавливают на все установки и сосуды, работающие под давлением, за исключением малых объектов, например газовых баллонов. Поскольку от исправности предохранительного устройства зависит безопасная работа установки, часто предусматривают два устройства — одно рабочее, а другое контрольное.

Предохранительные устройства имеют различное конструктивное исполнение, но наиболее распространены следующие:

- предохранительные устройства с разрушающимися мембранами (предохранительные мембраны);
- взрывные клапаны;
- предохранительные клапаны (пружинные, грузовые и др.).

Предохранительные мембраны просты по конструкции и поэтому считаются самыми надежными из предохранительных устройств. Мембраны бывают разрывные, ломающиеся, срезные, хлопающие и др. Наиболее просты разрывные мембраны, изготовленные из тонколистового металлического проката (рисунок 7.1). При нагружении рабочим давлением мембрана пластически деформируется и приобретает форму сферического сегмента. При превышении допустимого давления мембрана разрывается, и давление из сосуда сбрасывается, предотвращая тем самым его взрывное разрушение. Однако недостатком мембраны является то обстоятельство, что после ее разрыва оборудование остается открытым и необходимо останавливать технологический процесс, чтобы заменить мембрану.

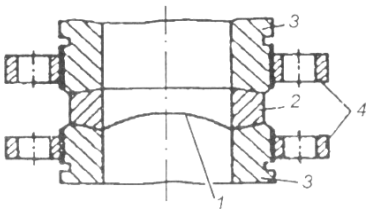


Рисунок 7.1 – Разрывная мембрана: 1 —мембрана; 2 — коническая шайба; 3 — сбросная магистраль; 4 — соединительные фланцы

Взрывные клапаны (рисунок 7.2) лишены этого недостатка, т. к. при сбросе давления запорный диск *2* вновь закрывается под действием пружины *3*. Однако взрывные клапаны обладают невысокой герметичностью и применяются при невысоких рабочих давлениях, как правило, близких к нормальному.

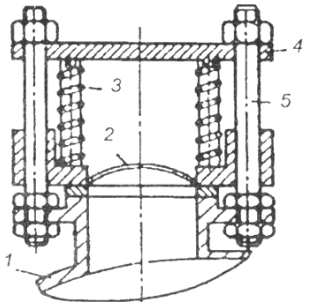


Рисунок 7.2 – Взрывной клапан: 1 – защищаемый сосуд; 2 – запорный диск; 3 – пружина; 4 – кольцо; 5 - штанга

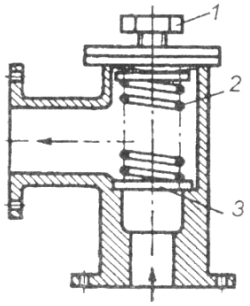


Рисунок 7.3 – Пружинный клапан: 1 – регулировочный винт; 2 – пружина; 3 - клапан

Пружинные клапаны (рисунок 7.3) обладают высокой герметичностью и могут применяться при высоких давлениях. Однако они менее надежны, подвержены воздействию агрессивных сред, могут забиваться отложениями рабочих сред, обладают большой инерционностью. Поэтому за ними требуется постоянный уход и контроль.

Предохранительными клапанами оборудуют также аккумуляторы сжатого воздуха, которые обеспечивают выпуск избыточного воздуха в атмосферу.

Для выравнивания давления в воздушной магистрали и дополнительного отделения масла и влаги аккумулятор сжатого воздуха продувают через предохранительный клапан и каждый час спускают из него накапливающиеся масло и влагу. Не реже 1 раза в 6 мес. предохранительные клапаны пропаривают, промывают 5%-ным подогретым раствором тринатрийфосфата и очищают внутри от осадка и ржавчины с целью смягчения пульсаций давления сжатого воздуха, поступающего от компрессора, и уменьшения колебания давления у потребителя воздуха, вблизи компрессоров устанавливают воздухосборник с манометром и предохранительным клапаном.

Объем воздухосборника зависит от производительности компрессора и определяется по формуле:

$$V = 0.53\frac{W}{n\delta\, 60}, \qquad (7.1)$$

где V – объем воздухосборника, м^3; W – производительность компрессора, м^3/мин; n – частота вращения вала компрессора, с–1; δ – коэффициент неравномерности давления в воздухосборнике (например, для двухступенчатого компрессора $\delta = 0.0015$). Температурный перепад в рубашках цилиндра компрессора допускается в пределах 4 – 6° С, а температура охлаждающей воды на выходе из рубашек цилиндров компрессора должна быть 20 – 40° С.

Температура сжимаемого воздуха может достигнуть таких величин, при которых возможно самовоспламенение и взрыв паров смазочного масла. Обычно требуется, чтобы температура вспышки масла была на 50 – 75° С выше температуры сжатого воздуха. Так как понижение температуры вспышки смазочных масел связано с повышением давления, то температура сжатого воздуха не должна превышать 160° С – в одноступенчатых и 140° С – в многоступенчатых компрессорах.

Конструкции сосудов и аппаратов, находящихся под давлением, и система их обслуживания разработаны с таким расчетом, чтобы была исключена опасность взрыва. Однако при нарушении правил эксплуатации взрыв может произойти. При этом работа взрыва при адиабатическом расширении газа определяется по формуле

$$A = \frac{p_1 V_1}{r-1}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{r}}\right], \qquad (7.2)$$

где А – работа взрыва, Дж; p_1 – начальное давление газа в сосуде, МПа; p_2 – конечное (максимальное) давление (до взрыва), МПа; V_1 – начальный объем газа в сосуде, $м^3$; r – показатель адиабаты.

Мощность взрыва определяется по формуле

$$N = \frac{A}{\tau}, \qquad (7.3)$$

где τ – продолжительность взрыва, с.

Контрольно-измерительные приборы. Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами (приборами для измерения давления).

*Регистрация, техническое освидетельствование и испытания сосудов и емкостей, работающих под давлением. С*осуды (за исключением ряда сосудов специального назначения, например сосуды холодильных установок; резервуары воздушных электрических выключателей; баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов емкостью до 100 л; бочки для перевозки сжиженных газов и некоторые другие) регистрируются органами Госгортехнадзора.

Техническое освидетельствование установок, работающих под давлением, осуществляется после монтажа и пуска в эксплуатацию, а также периодически. В необходимых случаях они подвергаются внеочередному освидетельствованию.

Объем, методы и периодичность освидетельствования определяются изготовителем сосудов и емкостей и указываются в инструкциях по монтажу и эксплуатации. Техническое освидетельствование заключается во внутреннем осмотре и гидравлическом или пневматическом испытании установки. Внутренний осмотр осуществляется не реже одного раза в четыре года, и гидравлическое испытание с предварительным внутренним осмотром — не реже одного раза в восемь лет.

Испытание установок и емкостей, заключающееся в гидравлических или пневматических испытаниях, проводится по определенным правилам и состоит в закачке воды или воздуха под определенным давлением, превышающим рабочее, выдержке определенное время под давлением и внешним осмотром наружной поверхности сосуда, разъемных и сварных соединений на предмет обнаружения течи. Если нет течи, трещин, потения в сварных соединениях, падения давления по контрольному манометру, сосуд считается выдержавшим испытания.

1. Практическая часть

Рассчитаем конечную температуру воздуха, при сжатии его компрессором и установим степень опасности взрыва паров компрессорного масла, если температура вспышки паров данного масла $T_{всп}$=453˚К.

Температуру воздуха, нагревающегося при сжатии его компрессором, определяют по формуле

$$T_2 = T_1\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{r}}, \qquad (7.4)$$

где T_2 – абсолютная температура газа после сжатия, °К; T_1 – абсолютная температура газа до сжатия, °К; p_1 – давление газа до сжатия, МПа; p_2 – давление на выходе из компрессора после сжатия, МПа; $r = C_P / C_V$ – показатель адиабаты (для воздуха $r = 1.41$), равный отношению изобарной и изохорной теплоемкостей.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Вариант 1	t_1 =15˚С; p_2=0,5 МПа; p_1=0,1 МПа; r=1,4	Вариант 6	t_1 =10˚С; p_2=0,4 МПа; p_1=0,12 МПа; r=1,7
Вариант 2	t_1 =20˚С; p_2=0,7 МПа; p_1=0,2 МПа; r=1,2	Вариант 7	t_1 =22˚С; p_2=0,6 МПа; p_1=0,17 МПа; r=1,4
Вариант 3	t_1 =30˚С; p_2=0,8 МПа; p_1=0,4 МПа; r=1,3	Вариант 8	t_1 =19˚С; p_2=0,8 МПа; p_1=0,3 МПа; r=1,3
Вариант 4	t_1 =25˚С; p_2=0,7 МПа; p_1=0,3 МПа; r=1,5	Вариант 9	t_1 =27˚С; p_2=0,9 МПа; p_1=0,37 МПа; r=1,35
Вариант 5	t_1 =12˚С; p_2=0,6 МПа; p_1=0,15 МПа; r=1,6	Вариант 10	t_1 =18˚С; p_2=0,8 МПа; p_1=0,24 МПа; r=1,5

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью практического занятия.
2. Выполнить расчет температуры воздуха, нагревающегося при сжатии его одноступенчатым компрессором.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Установить степень опасности взрыва паров компрессорного масла в установках, работающих под давлением.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется сосудами, работающими под давлением?
2. Как маркируют эти установки?
3. Какими устройствами должны быть оснащены сосуды, работающие под давлением?
4. Что представляют собой предохранительные устройства?
5. Как определяется объем воздухосборника; температура воздуха, нагревающегося при сжатии его компрессором; работа взрыва при адиабатическом расширении газа?
6. В чем заключается техническое освидетельствование и испытания установок, работающих под давлением?

ЗАДАНИЕ НА СРС

1. Классификация герметичных систем.
2. Окраска трубопроводов, баллонов.
3. Причины возникновения опасности герметичных систем.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

ТЕМА: «Составление инструкции по охране труда для рабочего места или профессии»

Цель работы: Приобретение навыков составления инструкции по охране труда.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Инструкция по охране труда - это локальный акт организации. В инструкции описано, что работник должен делать или наоборот, что делать воспрещено, чтобы соблюсти требования охраны труда.

Инструкции разрабатывают для каждой должности, профессии или вида выполняемой работы.

Инструкция по охране труда для работника разрабатывается на основе межотраслевой или отраслевой типовой инструкции по охране труда (а при ее отсутствии - межотраслевых или отраслевых правил по охране труда), требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации организаций

- изготовителей оборудования, а также в технологической документации организации с учетом конкретных условий производства. Эти требования излагаются применительно к должности, профессии работника или виду выполняемой работы.

Работодатель обеспечивает разработку и утверждение инструкций по охране труда для работников с учетом изложенного в письменном виде мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа. Коллективным договором, соглашением может быть предусмотрено принятие инструкций по охране труда по согласованию с представительным органом работников.

Для вводимых в действие новых и реконструированных производств допускается разработка временных инструкций по охране труда для работников.

Временные инструкции по охране труда для работников обеспечивают безопасное ведение технологических процессов (работ) и безопасную эксплуатацию оборудования. Они разрабатываются на срок до приемки указанных производств в эксплуатацию.

Проверку и пересмотр инструкций по охране труда для работников организует работодатель. Пересмотр инструкций должен производиться не реже одного раза в 5 лет.

Инструкции по охране труда для работников могут досрочно пересматриваться:

а) при пересмотре межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда;

б) при изменении условий труда работников;

в) при внедрении новой техники и технологии;

г) по результатам анализа материалов расследования аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

д) по требованию представителей органов по труду субъектов Российской Федерации или органов федеральной инспекции труда.

Если в течение срока действия инструкции по охране труда для работника условия его труда не изменились, то ее действие продлевается на следующий срок.

Действующие инструкции по охране труда для работников структурного подразделения организации, а также перечень этих инструкций хранится у руководителя подразделения.

Местонахождение инструкций по охране труда для работников рекомендуется определять руководителю структурного подразделения организации с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними.

Инструкции по охране труда для работников могут быть выданы им на руки для изучения при первичном инструктаже, либо вывешены на рабочих местах или участках, либо хранятся в ином месте, доступном для работников.

На оборотной стороне инструкции рекомендуется наличие виз: разработчика инструкции, руководителя (специалиста) службы охраны труда, энергетика, технолога и других заинтересованных лиц.

Требования инструкции следует излагать в соответствии с последовательностью технологического процесса, с учетом условий, в которых выполняется данная работа:

1) общие требования безопасности и охраны труда;

2) требования безопасности и охраны труда перед началом работы;

3) требования безопасности и охраны труда во время работы;

4) требования безопасности и охраны в аварийных ситуациях;

5) требования безопасности и охраны труда по окончании работы.

В разделе «Общие требования безопасности и охраны труда» отражаются:

1) условия допуска лиц к самостоятельной работе по профессии или к выполнению соответствующей работы (возраст, пол, состояние здоровья, проведение инструктажей);

2) указания о необходимости соблюдения правил внутреннего распорядка;

3) требования по выполнению режимов труда и отдыха;

4) характеристики опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на работника;

5) нормы выдачи для данной профессии спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты с указанием обозначений государственных, отраслевых стандартов и технических условий на них;

6) требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;

7) требования личной гигиены, которые должен знать и соблюдать работник при выполнении работы.

В разделе «Требования безопасности и охраны труда перед началом работы» должны быть изложены:

1) порядок подготовки рабочего места, средств индивидуальной защиты;

2) порядок проверки исправности оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, блокированных и других устройств, защитного заземления, вентиляции, местного освещения;

3) порядок проверки наличия и состояния исходных материалов (заготовки, полуфабрикаты);

4) порядок приема смены в случае непрерывной работы;

5) требования производственной санитарии.

В разделе «Требования безопасности и охраны труда во время работы» должны быть изложены:

1) способы и приемы безопасного выполнения работ, требования по использованию технологического оборудования, приспособлений и инструментов;

2) требования безопасного обращения с исходными материалами (сырье, заготовки, полуфабрикаты);

3) требования безопасной эксплуатации транспортных средств, тары и грузоподъемных механизмов;

4) указания по безопасному содержанию рабочего места;

5) основные виды отклонений от нормативного технологического режима и методы их устранения;

6) действия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций;

7) требования к использованию средств защиты работников.

В разделе «Требования безопасности и охраны труда в аварийных ситуациях» должны быть изложены:

1) действия работников при возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к нежелательным последствиям;

2) действия по оказанию медицинской помощи пострадавшим при травмировании, отравлении и внезапном заболевании;

3) порядок уведомления работодателя о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента.

В разделе «Требования безопасности и охраны труда по окончании работы» должны быть изложены:

1) порядок безопасного отключения, остановки, разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры, а при непрерывном процессе - порядок передачи их по смене;

2) порядок сдачи рабочего места;

3) порядок уборки отходов производства;

4) требования соблюдения личной гигиены и производственной санитарии;

5) порядок извещения работодателя обо всех недостатках, обнаруженных во время работы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Составить инструкцию по охране труда для профессии

Таблица

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Газо-сварщик	штукатур	шахтер	Водитель	железнодорожник	машинист	кранов щик	электрик	металлург	пожарный

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое инструкция по охране труда?
2. На основе чего разрабатывается инструкция по охране труда для работника?
3. Для каких производств допускается разработка временных инструкций по охране труда? На какой срок они разрабатываются?
4. Через какое время должен производится пересмотр инструкций?.
5. В каких случаях инструкции по охране труда для работников могут досрочно пересматриваться?
6. Как следует излагать требования инструкции по охране труда?
7. Что отражается в разделе «Общие требования безопасности и охраны труда»?
8. Что должно быть изложено в разделе «Требования безопасности и охраны труда перед началом работы»?
9. Что должно содержать в разделе «Требования безопасности и охраны труда во время работы»?
10. Что отражается в разделе «Требования безопасности и охраны труда в аварийных ситуациях»?
11. Что должно быть изложено в разделе «Требования безопасности и охраны труда по окончании работы»?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

«Выявление опасных и вредных производственных факторов»

Безопасность условий труда на рабочем месте определяется наличием опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), которые могут возникнуть при выполнении технологических операций или видов работ (ГОСТ 12.0.003 — 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы»). При этом учитываются источники механических травм; источники шума, вибрации, ионизирующих излучений; определяются условия микроклимата в помещениях; оценивается освещенность в помещениях и на конкретном рабочем месте; определяется возможность получения электротравм; исследуется токсичность применяемых веществ; проводится оценка пожаро- и взрывоопасности объекта; определяется возможность использования грузоподъемных машин и механизмов, а также сосудов, находящихся под давлением.

Идентификация опасных и вредных производственных факторов - это распознавание опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик опасностей,

вероятности, величины и последствий их появления.

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит постепенному ухудшению здоровья, профессиональному заболеванию или снижению работоспособности.

ГОСТ 12.0.003-74 подразделяет опасные и вредные производственные факторы по природе действия на четыре группы:

Физические опасные и вредные производственные факторы:

движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части;

передвигающиеся изделия, материалы, заготовки;

разрушающиеся конструкции;

обрушивающиеся горные породы;

повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны;

повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;

повышенная или пониженная температура рабочей зоны;

повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, инфразвуковых колебаний;

повышенное или пониженное барометрическое давление и его резкое изменение;

повышенные или пониженные влажность, подвижность, ионизация воздуха;

повышенный уровень ионизирующих излучений;

повышенные значения напряжения в электрической цепи;

повышенные уровни статического электричества, электромагнитных излучений;

повышенная напряженность электрического и магнитного полей;

отсутствие и недостаток естественного света;

недостаточная освещенность рабочей зоны;

повышенная яркость света;

пониженная контрастность;

прямая и отраженная блескость;

повышенная пульсация светового потока;

повышенные уровни ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;

острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;

расположение рабочего места на значительной высоте относительно пола (земли).

Химические опасные и вредные производственные факторы:

химические вещества, которые по характеру воздействия на организм человека подразделяются на:

токсические (бензол, толуол, ксилол, нитробензол, ртуть, органические соединения, тетраэтилсвинец, дихлорэтан);

раздражающие (кислоты, щелочи, фосген, аммиак, оксиды серы и азота, сероводород);

сенсибилизирующие вещества (соединения ртути, платина, формальдегид);

канцерогенные вещества (ПАУ, 3,4 – бенз(а)пирен, мазут, гудрон, битум, масла, сажа, асбест, ароматические амины).

вещества, обладающие мутагенной активностью (органические перекиси, иприт, оксид этилена, формальдегид)

вещества, влияющие на репродуктивную функцию (бензол, сероуглерод, свинец, сурьма, марганец, марганец, ядохимикаты, никотин, соединение ртути).

Биологические опасные и вредные производственные факторы:

патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, рилкетсин, спирохеты, грибы, простейшие)

продукты жизнедеятельности микроорганизмов;

растения;

животные.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы:

статические перегрузки;

динамические перегрузки;

умственные перенапряжения;

перенапряжение анализаторов;

монотонность труда;

эмоциональные перегрузки.

Воздействие опасных и вредных производственных факторов на организм человека

В производственных условиях, как правило, действует комплекс вредностей и опасностей.

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, передвигающиеся изделия,

разрушающиеся конструкции способствуют возникновению механических травм (ушибов, переломов, ран, увечий и т.д.), запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, повышенных уровней шума, статического электричества, напряжения зрительных анализаторов, статических перегрузок, монотонности труда и т.д. Все опасности в комплексе усиливают воздействие на организм человека в процессе труда.

Запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны. Вредными являются вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений (ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества, классификация и общие требования безопасности»). В санитарно-гигиенической практике принято разделять вредные вещества на химические вещества и производственную пыль.

Действие вредных химических веществ на организм человека обусловлено их физико-химическими свойствами. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 группа химически опасных и вредных производственных факторов по характеру воздействия на организм человека подразделяется на следующие подгруппы:

обще токсические; раздражающие; сенсибилизирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию.

По степени воздействия на организм человека все вредные вещества подразделяются на четыре класса (ГОСТ 12.1.007-76).

1 класс – вещества чрезвычайно опасные (ртуть, свинец).

2 класс – вещества высоко опасные (оксиды азота, бензол, йод, марганец, медь, сероводород).

3 класс – вещества умеренно опасные (ацетон, ксилол, сернистый ангидрид, метиловый спирт).

4 класс – вещества малоопасные (аммиак, бензин, скипидар).

Производственная пыль является очень распространённым опасным и вредным производственным фактором. Пыль может оказывать на организм человека фиброгенное, раздражающее и токсическое действие. Поражающие действия пыли во многом определены её дисперсностью (размером частиц пыли). Наибольшей фиброгенной активностью обладают аэрозоли с размером частиц до 5мкм.

Степень опасности пыли зависит также от формы частиц, их твердости, волокнистости, электрозаряженности. Вредность производственной пыли обуславливает её способность вызывать профессиональные заболевания легких (пневмокониозы), пылевые бронхиты, пневмонии, астматические риниты, бронхиальную астму. Аэрозоли металлов, пыль ядохимикатов может привести к хроническим и острым отравлениям.

Параметры микроклимата. Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, которые определяются сочетаниями температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучениям от нагретых поверхностей. Эти показатели в совокупности (за исключением барометрического давления) принято называть микроклиматом производственного помещения. При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием производительности труда и предупреждением заболеваний.

Параметры микроклимата могут изменяться в очень широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является сохранения постоянства температуры тела. При отклонении метеорологических параметров от оптимальных в организме человека для поддержания постоянства температуры тела начинают происходить процессы, направленные на регулирование теплопродукции и теплоотдачи. Эта способность организма человека сохранять постоянство температуры тела получила название терморегуляции.

При температуре воздуха более чем 30^{O}C и значительном тепловом излучении от нагретых поверхностей наступает нарушение терморегуляции организма, что может привести к перегреву. При этом наблюдается нарастающая слабость, головная боль, шум в ушах, искажение восприятия (окраска всего в красный или зелёный цвет), тошнота, рвота, повышается температура тела. Дыхание и пульс учащаются, артериальное давление вначале возрастает, затем падает. В тяжелых случаях наступает тепловой удар, возможна судорожная болезнь, характеризующаяся слабостью, головной болью, резкими судорогами, преимущественно в коленях.

Длительное и сильное воздействие низких температур может вызвать различные неблагоприятные изменения в организме человека. Местное и общее охлаждение организма является причиной таких заболеваний, как миозиты, невриты, радикулиты, простудные заболевания.

Физиологически оптимальной является влажность воздуха 40-60%. Повышенная относительная влажность воздуха (более 75-85%) в сочетании с низкими температурами оказывает значительное охлаждающее действие, а в сочетании с высокими – способствует перегреванию организма. Относительная влажность менее 25% приводит к высыханию слизистых оболочек и снижении защитной деятельности мерцательного эпителия верхних дыхательных путей.

Человек начинает ощущать движение воздуха при его скорости 0,1 м/с. Большая скорость воздуха в сочетании с низкими температурами ведет к охлаждению организма.

Тепловое воздействие облучения на организм человека зависит от длины волны, интенсивности потока

излучения, величины облучаемого участка тела, длительности облучения, угла падения лучей, виды одежды человека. Наибольшей проникающей способностью обладают красные лучи, которые плохо задерживаются кожей и глубоко проникают в биологические ткани, вызывая повышение их температуры.

Ионизирующие излучения. Биологическое действие радиации на живой организм начинается на клеточном уровне. Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом, что приводит к изменению генного аппарата и образованию дочерних клеток, неодинаковых с исходными, что ведёт к мутациям, которые могут проявляться на последующих поколениях. При ионизирующих излучениях происходит локальное повреждение кожи (лучевой ожог), возникает катаракта глаз (потемнение хрусталика), повреждение половых органов (кратковременная или постоянная стерилизация). Воздействие ионизирующего излучения может привести к лучевой болезни, представляющей собой комплекс стойких изменений в центральной нервной системе, крови, кроветворных органах, кровеносных сосудах, железах внутренней секреции.

Электромагнитные поля. Электромагнитное поле (ЭМП) обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Основными параметрами электромагнитных колебаний являются: длина волны, частота колебаний и скорость распространения.

Основной характеристикой постоянного магнитного (магнитостатического) поля (ПМП) является напряженность магнитного поля, определяемая по силе, действующей в поле на проводник с током, единицей является ампер на метр (А/м).

Основной характеристикой постоянного электрического (электростатического) поля (ЭСП) является его напряженность, определяемая по силе, действующей в поле на электрический заряд, выражается в вольтах на метр (В/м).

Переменное электромагнитное поле представляет собой совокупность магнитного и электрического полей и распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Область распространения электромагнитных волн от источника излучения условно разделяют на три зоны: ближнюю (зону индукции), промежуточную (зону интерференции) и дальнюю (волновую или зону излучения). Дальняя зона начинается с расстояния от излучателя, равного примерно 6 длинам волн. Между ними располагается промежуточная зона.

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека зависит от диапазона частот. Интенсивности воздействия соответствующего фактора, продолжительности облучения, характера излучения (непрерывное или модулированное), режима облучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Длительное воздействие электрического поля (ЭП) низкой частоты вызывает функциональные нарушения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека, а также некоторые изменения в составе крови, особенно выраженные при высокой напряженности ЭП.

Биологическое действие электромагнитных полей (ЭМП) более высоких частот связывают в основном с их тепловым и аритмическим эффектом. Тепловое действие может привести к повышению температуры тела и местному избирательному нагреву тканей, органов, клеток вследствие перехода электромагнитной энергии в тепловую. Биологическая активность ЭМП увеличивается с возрастанием частоты колебаний и является наибольшей в области СВЧ. Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрушительным изменениям в тканях и органах. Тяжелые поражения возникают только в аварийных случаях и встречаются крайне редко. Длительное хроническое воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т.п.). Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменение состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер.

В зависимости от диапазона частот в основу гигиенического нормирования электромагнитных излучений положены разные принципы. Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, принята напряженность этого поля.

Лазерное излучение. Основной особенностью лазерного излучения является его острая направленность (малая расходимость пучка излучения). Воздействие лазерного излучения на организм человека носит сложный характер:

термическое вызывает ожог, некроз тканей человека, нагрев, плазмо- и парообразование тканей, и, как следствие, их механическое разрушение.

нетермическое действие вызывает облучение организма электромагнитной энергии, облучение глаз человека, возможность поражения электрическим током, запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышение уровней шума и вибрации при работе лазера.

Ультрафиолетовое излучение. Длительное воздействие УФИ на человека может привести к серьезным положениям глаз и кожи. Острые поражения обычно проявляются в виде кератитов (воспаленная роговица) и помутнение хрусталика. Длительное воздействие УФИ на кожу человека может привести к раку кожи.

Производственный шум. Многочисленными исследованиями установлено, что шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы

организма человека. Наиболее полно изучено влияние шума на слуховой орган человека. Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания – тугоухости, основным симптомом которого является постепенная потеря слуха на оба уха, первоначально лежащая в области высоких частот (4000 Гц), с последующим распространением на более низкие частоты, определяющие способность воспринимать речь.

При очень большом звуком давлении может произойти разрыв барабанной перепонки. Наиболее неблагоприятными для органа слуха является высокочастотный шум (1000...4000 Гц).

Кроме непосредственного воздействия на орган слуха шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности. Это так называемое неспецифическое воздействие шума может возникнуть даже раньше, чем изменения в органе слуха. характерными являются жалобы на повышенную утомляемость, общую слабость, раздражительность, апатию, ослабление памяти, потливость и т.п.

Многочисленными исследованиями установлено, что шум является биологическим раздражителем. Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания – тугоухости, при очень большом звуковом давлении может произойти разрыв барабанной перепонки. Шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности. Это воздействие может возникнуть раньше, чем изменение в органе слуха. Исследованиями последних лет установлено, что под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека и вестибулярном аппарате, нарушаются функции желудочно-кишечного тракта, повышается внутричерепное давление. Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

Производственная вибрация. В производственных условиях длительное воздействие вибрации приводит к нарушениям деятельности нервной системы, сердечно-сосудистой системы, вестибулярного аппарата, нарушению обмена веществ и, в конечном счете, – к «вибрационной болезни».

При работе с ручными машинами, вибрация которых наиболее интенсивна в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают сосудистые растройства, спазм периферических сосудов. Локальная вибрация, имеющая широкий частотный спектр, часто с наличием узоров (клепка, бурение, срубка) вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений.

Ультразвук. Наиболее опасным является контактное воздействие ультразвука, которое возникает при удержании инструмента во время пайки, лужения. Воздействие ультразвука может привести к поражению периферической нервной и сосудистой систем человека в местах контакта (вегетативные полиневриты, мышечная слабость пальцев, кистей и предплечья).

Инфразвук. Инфразвук оказывает неблагоприятное воздействие весь организм человека, в том числе и на орган слуха, понижая слуховую чувствительность на всех частотах. Инфразвуковые колебания воспринимаются как физическая нагрузка: возникает утомление, головная боль, головокружение, вестибулярные нарушения, снижается острота зрения и слуха, нарушается периферическое кровообращение, появляется чувство страха. Особенно неблагоприятные последствия вызывают инфразвуковые колебания с частотой 2…15 Гц в связи с возникновением резонансных явлений в организме человека, причем наиболее опасна частота 7 Гц, т.к. колебания с такой частотой совпадают с альфа-ритмом биотоков мозга.

Повышенные уровни напряжения в электрической цепи. Электрические установки, с которыми приходится иметь дело работающим на производстве, представляет для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает сложное воздействие, являющееся совокупностью термического (нагрев тканей и биологических сред), электролитического (разложение крови и плазмы) и биологического (раздражение и возбуждение нервных волокон) воздействий. Наиболее сложным является биологическое действие, свойственное только живым организмам.

Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретический материал и нормативно-правовую базу.
2. Согласно профилю специальности обучающегося выбрать произвольно три варианта наименования рабочих мест из предложенных.
3. В соответствии с ГОСТ 12.0.003 — 2015 провести идентификацию опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах.
4. Выявить оборудование (материалы, инструменты и т.п.), которые являются непосредственными источниками идентифицированных факторов.
5. По результатам проведенного анализа на каждое рабочее место выбранных профессий заполняются столбцы таблицы с указанием идентифицированных производственных факторов и оборудования (материалов, изделий, инструментов), при работе с которыми они встречаются.
6. Оформить отчет о практической работе в соответствии с требованиями к оформлению практических работ и защитить ее у преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

«Расчет теплообмена человека с окружающей средой»

На протяжении всей своей жизни человек пребывает в постоянном тепловом взаимодействии с окружающей средой. Организм человека в процессе эволюции научился приспосабливаться к постоянно изменяющимся тепловым условиям, при повышенной температуре воздуха происходит увеличение теплоотдачи, при низких температурах теплоотдача резко уменьшается.

Человек может переносить колебания температур воздуха в весьма широких пределах: от – 50 °С и ниже до 100 °С и выше. При этом внутренняя температура органов человека может изменяться в довольно узких пределах: от 25 до 43-45 °С, выход за границы этих пределов оканчивается смертью. Организм человека приспосабливается к столь широкому диапазону колебаний температур окружающей среды посредством регулирования теплопродукции и теплоотдачи человеческого организма, которое называется терморегуляцией.

Терморегуляция организма – способность организма поддерживать постоянной температуру при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы.

Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется следующими способами: **излучением**, **теплопроводностью**, **конвекцией и тепломассообменом**.

Излучение тепла – это перенос тепла от человеческого тела к окружающим предметам за счет электромагнитного излучения. Это основной путь отдачи тепла в производственных условиях. Излучением отдают тепло все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля (- 273°С). Человек отдаёт тепло, когда температура окружающих его предметов ниже температуры наружных слоёв одежды или открытой кожи.

Теплопроводность – отдача тепла предметам (имеющим температуру ниже, чем человеческое тело), непосредственно соприкасающихся с телом человека.

Конвекция – передача тепла через воздушную среду, осуществляется за счет омывания воздухом человеческого тела. При высокой подвижности воздуха теплоотдача увеличивается в несколько раз.

Тепломассообмен – потеря тепла за счет испарения воды с поверхности кожи и слизистой оболочки верхних дыхательных путей человеком и за счет нагрева вдыхаемого воздуха.

В условиях искусственного микроклимата (пример, горячие цеха) большое значение имеет отдача тепла организмом, т.к. перегрев организма может привести не только к снижению качества и производительности труда, но и к ухудшению здоровья рабочего.

Под влиянием высокой температуры изменяется химический состав крови, в которой уменьшается содержание хлоридов и углекислоты и т.д. Это может привести человека к потере сознания (судорожная болезнь и тепловой удар), а при длительном воздействии повышенных температур – к смерти. Поэтому при создании искусственного микроклимата на рабочих местах одним из важнейших вопросов остается обеспечение нормального теплообмена человека с окружающей средой за счет использования различных организационно-технических мероприятий.

Нормальное тепловое самочувствие имеет место, когда тепловыделение человека полностью воспринимается окружающей средой и когда имеет место тепловой баланс. В этом случае температура внутренних органов остается постоянной. Если теплопродукция организма не может быть полностью передана окружающей среде, то происходит рост температуры внутренних органов, и такое тепловое самочувствие характеризуется понятием **жарко.**

Теплоизоляция человека, находящегося в состоянии покоя (отдых, сидя или лежа), от окружающей среды приведет к повышению температуры внутренних органов уже через 1 ч на 1,2 °С. Теплоизоляция человека, производящего работу средней тяжести, вызовет повышение температуры уже на 5 °С и вплотную приблизится к максимально допустимой.

В случае, когда окружающая среда воспринимает больше теплоты, чем ее воспроизводит человек, происходит переохлаждение организма. Такое тепловое самочувствие характеризуется понятием **холодно.**

Тепло образуется вследствие окислительных процессов, из которых две трети приходится на окислительные процессы в мышцах.

Увеличение теплоотдачи всегда связано с увеличением кровенаполнения периферических кожных сосудов. Об этом свидетельствует покраснение кожных покровов при воздействии на человека повышенной температуры или инфракрасного излучения. Кровенаполнение поверхностных сосудов ведет к повышению температуры кожных покровов, что способствует более интенсивной отдаче тепла в окружающее пространство конвекцией и излучением. Приток крови к кожным покровам активизирует деятельность расположенных в подкожной клетчатке потовых желез, что ведет к увеличению потовыделения и, следовательно, к более интенсивному охлаждению организма.

Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется конвекцией QК, теплопроводностью QТ, излучением на окружающие поверхности QИЗ и в процессе тепломассообмена, при испарении влаги, выводимой на поверхность кожи потовыми железами QИС, и при дыхании QВ: $Q_{ТП} = Q_К + Q_Т + Q_{ИЗ} + Q_{ТМ}$ *(1)*

Конвективный теплообмен определяется законом Ньютона: $Q_К = \alpha_k F_Э (t_{пов} – t_{ос})$ *(2)*

где $\alpha_К$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией; при нормальных параметрах микроклимата $\alpha_К$ = 4,06 Вт/(м^2 ·°С); $F_Э$ – эффективная поверхность тела человека (размер эффективной поверхности тела зависит от положения его в пространстве и составляет приблизительно 50...80 % геометрической внешней поверхности тела человека); $t_{пов}$ – температура поверхности тела человека (для практических расчетов зимой – около 27,7 °С, летом – около 31,5°С); $t_{ос}$ – температура воздуха, омывающего тело человека.

Передачу теплоты теплопроводностью можно описать уравнением Фурье, Вт: $Q_Т = (\lambda_о / \delta_о) F_Э (t_{пов} – t_{ос})$ (3)

где λ0 – коэффициент теплопроводности тканей одежды человека, Вт/ (м·°С); δ0 – толщина одежды человека, м.

Теплопроводность тканей человека мала, поэтому основную роль в процессе транспортирования теплоты играет конвективная передача с потоком крови.

Лучистый поток при теплообмене излучением тем больше, чем ниже температура окружающих человека поверхностей. Он может быть определен с помощью обобщенного закона Стефана-Больцмана, Вт

$$Q_{ИЗ} = C_{пр} \varepsilon F_1 \psi_{1\text{-}2} [(T_1/100)^4 – (T_2/100)^4] \quad (4)$$

где $C_{пр}$ – приведенный коэффициент излучения, Вт/(м^2 · К^4); ε – степень черноты окружающих предметов; $F1$ – площадь поверхности, излучающей лучистый поток, м^2; ψ1-2 – коэффициент облучаемости, зависящий от расположения и размеров поверхностей F_1 и F_2 и показывающий долю лучистого потока, приходящегося на поверхность F_2 от всего потока, излучаемого поверхностью $F1$; $T1$ – средняя температура поверхности тела и одежды человека; $T2$ – средняя температура окружающих поверхностей, К.

Для практических расчетов в диапазоне температур окружающих человека предметов 10-60 °С приведенный коэффициент излучения $C_{пр} \approx 4{,}9$ Вт/ (м^2·К^4). Коэффициент облучаемости ψ1-2 обычно принимают равным 1,0.

Количество теплоты, передаваемое человеком окружающей среде при испарении влаги, выводимой на поверхность потовыми железами, Вт $QИС = G_П \ r$, (5)

где $G_П$ – масса выделяемой и испаряющейся влаги, 1 кг/с; r – скрытая теплота испарения выделяющейся влаги, Дж/кг.

На величину потовыделения, кроме температурных факторов влияет и категория работ, выполняемых человеком. В зависимости от степени тяжести работ увеличивается и количество влаги, выделяемой человеком. Данные о потовыделении в зависимости от температуры воздуха и физической нагрузки человека приведены в табл. 1.

Таблица 1. Количество влаги, выделяемой с поверхности кожи и из легких человека, г/мин

Характеристика выполняемой работы (по Н.К. Витте)	Температура воздуха, °С				
	16	18	28	35	45
Покой, J = 100* Вт	0,6	0,74	1,69	3,25	6,2
Легкая, J =200 Вт	1,8	2,4	3,0	5,2	8,8
Средней тяжести, J = 350 Вт	2,6	3,0	5,0	7,0	11,3
Тяжелая, J = 490 Вт	4,9	6,7	8,9	11,4	18,6
Очень тяжелая, J = 695 Вт	6,4	10,4	11,0	16,0	21,0

Примечание: J – интенсивность труда, Вт

В процессе дыхания воздух окружающей среды, попадая в легочный аппарат человека, нагревается и одновременно насыщается водяными парами. В технических расчетах можно принимать (с запасом), что выдыхаемый воздух имеет температуру 37 °С и полностью насыщен. $Q_В = V_{лв} \rho_{вд} C_р (t_{выд} – t_{вд})$, (6)

где $V_{ЛВ}$ – объем воздуха, вдыхаемого человеком в единицу времени, «легочная вентиляция», м^3/с; $\rho_{ВД}$ – плотность вдыхаемого влажного воздуха, кг/м^3; $C_Р$ – удельная теплоемкость выдыхаемого воздуха, Дж/(кг · °С); $t_{ВЫД}$ – температура выдыхаемого воз- духа, °С; $t_{ВД}$ – температура вдыхаемого воздуха, °С.

Практическая часть

Задача 1. Рассчитать, пользуясь формулой (2), потерю теплоты человеком путем конвективного теплообмена. Данные для расчета: коэффициент теплоотдачи конвекцией принять для нормальных параметрах микроклимата ($\alpha_К$ = 4,06 Вт/(м^2 · °С)). Температуру поверхности тела человека зимой принять равной $t_{ПОВ}$ = 27,7 °С.

Задача 2. Рассчитать, пользуясь формулой (3), потерю теплоты человеком путем теплопроводности. Данные по температурам тела и воздуха, а также площади тела человека принять по условиям задачи 1.

Задача 3. Рассчитать, пользуясь формулой (4), потерю теплоты человеком путем излучения. Для практических расчетов принять приведенный коэффициент излучения $C_{пр} \approx 4{,}9$ Вт/ (м^2 К^4), степень черноты окружающих предметов ε = 0,6; площадь поверхности, излучающей лучистый поток ($F1$), принять равной площади тела (задача 1), м^2. Коэффициент облучаемости принять равным ψ1-2 = 1. Среднюю

температуру поверхности тела и одежды человека ($T1$) принять из задачи 1, К; среднюю температура окружающих поверхностей (T_2) принять также из задачи 1.

Задача 4. Рассчитать, пользуясь формулой (5), потерю теплоты человеком за счет испарения влаги с поверхности кожи. Массу выделяемой и испаряющейся влаги принять из таблицы 1. Скрытую теплоту испарения выделяющейся влаги принять равной r = 2260 кДж/кг (для воды).

Задача 5.Рассчитать, пользуясь формулой (6), потерю теплоты человеком за счет нагрева вдыхаемого воздуха. Объем воздуха, вдыхаемого человеком в единицу времени, принять равным $V_{ЛВ}$ = 0,004 м^3/с (как для тяжелой работы). Плотность вдыхаемого воздуха принять равной $\rho_{вд}$ = 1,2 кг/м^3; удельную теплоемкость выдыхаемого воздуха принять $C_р$ = 1,2 Дж/(кг · °С); температуру выдыхаемого воздуха и принять равной $t_{выд}$ = 37 °С.

Задача 6. Рассчитать суммарные тепловые потери человеком по результатам полученных данных решений задач 1 – 5.

Данные для расчетов по вариантам принять из следующей таблицы.

№ варианта	Задача 1		Задача 2		Задача 4		Задача 5
	$t_{ос}$	$F_э$	λ_0	δ_0	$t_{ос}$	Кат. работ	$t_{вд}$
1	-20	1,8	0,04	0,005	18	тяжелая	-20
2	- 30	1,5	0,038	0,001	16	легкая	-30
3	- 15	1,6	0,045	0,003	28	Ср. тяжести	-15
4	- 25	1,7	0,05	0,005	35	Оч. тяжелая	-25
5	- 35	1,8	0,06	0,005	45	тяжелая	-35
6	- 40	1,9	0,1	0,01	16	легкая	-40
7	- 45	1,6	0,038	0,008	18	Ср. тяжести	-45
8	- 50	1,8	0,05	0,005	28	Оч. тяжелая	-50
9	- 30	1,8	0,08	0,01	35	тяжелая	-30
10	- 15	1,7	0,038	0,003	45	легкая	-15
11	- 25	1,6	0,02	0,01	16	Ср. тяжести	-25
12	- 35	1,7	0,02	0,009	18	Оч. тяжелая	-35

Контрольные вопросы:

1. Какие колебания температур воздуха может переносить человек?
2. За счет чего организм человека приспосабливается к столь широкому диапазону колебаний температур окружающей среды?
3. Как осуществляется теплообмен между человеком и окружающей средой?
4. К чему может привести влиянием высокой температуры микроклимата?
5. Чем отличается теплоизоляция человека, находящегося в состоянии покоя, от теплоизоляции человека, производящего работу средней тяжести?
6. С чем связано увеличение теплоотдачи человеческого организма? Что при этом происходит в организме?
7. Какие параметры влияют на величину потовыделения?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

«Оценка шумового воздействия от промышленных объектов»

Санитарные правила СанПиН.2.1/2.1.1.1200-03 устанавливают гигиенические требования к размеру санитарно-защитных зон в зависимости от санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов, требования к их организации и благоустройству, основания к пересмотру этих размеров.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками выделения в окружающую среду вредных веществ, а также источниками шума, вибрации, инфразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) является обязательным элементом любого промышленного предприятия и других объектов, которые могут быть источниками химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Размер санитарно-защитной зоны до границы жилой застройки устанавливается:

а) для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятно пахнущими веществами, - непосредственно от источников загрязнения атмосферы сосредоточенными (через трубы, шахты) или рассредоточенными выбросами (через фонари зданий и др.), а также от мест загрузки сырья или открытых складов;

б) для тепловых электрических станций, производственных и отопительных котельных - от дымовых труб.

Общий порядок определения СЗЗ по шуму включает:

анализ планировочной структуры предприятия (группы предприятий) и их функционального назначения;

определение шумовых характеристик предприятий (объектов);

построение локальных СЗЗ по шуму от каждого предприятия (объекта);

построение общей СЗЗ по шуму группы предприятий зоны путем акустического сложения СЗЗ смежных предприятий (объектов);

определение влияния других городских источников внешнего шума и корректировка СЗЗ с учетом вредного воздействия всего комплекса техногенных факторов.

Источниками шума на территории промышленного предприятия служат выходящие в атмосферу отверстия крупных и мелких аэрогазодинамических установок, всасывающие и выхлопные отверстия компрессорных станций, шахты и решетки, расположенных в здании вентиляционных установок, воздуховоды, по которым распространяются газовоздушные потоки, вынесенные из здания вентиляционные установки, а также любые шумящие механизмы и установки, расположенные на территории промышленных площадок.

Меры борьбы с шумом следует предусматривать на стадии проектирования генеральных планов промышленных предприятий и планировок помещений в отдельных зданиях.

При проектировании промышленных комплексов не следует размещать объекты, требующие защиты от шума (лабораторно-конструкторские корпуса, вычислительные центры административных и тому подобных зданий), в непосредственной близости от шумных помещений (испытательных боксов авиационных двигателей, газотурбинных установок, компрессорных станций и т.п.). Наиболее шумные объекты рекомендуется компоновать в отдельные комплексы.

При планировании помещений внутри зданий нужно предусматривать максимально возможное удаление тихих и малошумных помещений от помещений с интенсивными источниками шума.

Для уменьшения шума, излучаемого промышленным оборудованием в окружающую атмосферу, рекомендуется:

а) применение таких материалов и конструкций при проектировании кровли, наружных стен, фонарей, остекления (окон), ворот и дверей, которые могут обеспечить требуемую изоляцию воздушного шума, использование специальных ворот и дверей с требуемой изоляцией воздушного шума, уплотнение по периметру притворов ворот, дверей и окон;

б) звукоизоляция технологических коммуникаций, проходящих через внешние ограждающие конструкции здания;

в) устройство специальных звукоизолированных боксов и звукоизолирующих кожухов при размещении шумящего оборудования на территориях промышленных площадок;

г) применение экранов, препятствующих распространению звука в атмосфере от оборудования, размещенного на территории промышленной площадки;

д) устройство глушителей шума в газодинамических трактах, излучающих шум в атмосферу (газотурбинных и реактивных установок, компрессоров, вентиляторов и тому подобных установок);

е) звукоизоляционная облицовка каналов, излучающих шум в атмосферу.

Шум от компрессорных станций проникает в окружающую среду через отверстия всасывающих и выхлопных воздуховодов. Следует отметить, что компрессорные станции это крупнейший источник шума на промышленных предприятиях. Шум передвижных компрессорных станций (ППС), работающих недалеко от жилых зданий и имеющих значительное количество шумовых источников, принято характеризовать не уровнем звуковой мощности, а уровнем звука на определенном расстоянии (1 -7 м) от станций.

Полосы зеленых насаждений часто используют на придорожных территориях, вокруг промышленных предприятий для снижения шума от технологического оборудования и транспортных средств. Правильно выполненная шумовая зеленая полоса состоит из деревьев высотой 5-8 м, посаженных таким образом, чтобы их кроны образовывали достаточно замкнутое пространство, а также из кустов, полностью закрывающие промежутки между кронами деревьев.

Методика расчета

Задача данного практического занятия – определить уровень звука в расчётной точке (площадка в жилой застройке, от источника шума – базы автотранспорта).

Предполагается, что основным источником шума на рассматриваемой территории будет работа двигателей автотранспорта при прогреве, въезде и выезде с территории стоянки и из гаража.

Допустимый уровень звукового давления на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, согласно СНиП П-12-77 "Защита от шума" равен 45 дБА в ночное время и 55 дБА в дневное время (с 7 до 23 часов).

Уровень звука в расчётной точке, *дБА,* $L_{рт} = L_{и.ш.} - DL_{рас} - DL_{воз} - DL_{зел} - DL_{э} - DL_{зд}$, *(2.1)*

где $L_{и.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта);
$DL_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; *дБА*;
$DL_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, *дБА*,
$DL_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, *дБА*;
$DL_{э}$– снижение уровня звука экраном (зданием), *дБА*;
В формуле влияние травяного покрытия и ветра на снижение уровня звука не учитывается.
Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве $DL_{рас} = 10 \lg (r_{п} / r_{о})$, (2.2.)
где $r_{п}$ – кратчайшее расстояние от источника шума до расчётной точки, *м;*
$r_{о}$– кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источники шума; $r_{о}=7,5$ *м.*
Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе $DL_{воз} = (a_{воз} r_{п})/100$, (2.3.)
где $a_{воз}$ – коэффициент затухания звука в воздухе; $a_{воз} = 0,5$ *дБА/м.*
Снижение уровня звука зелёными насаждениями $DL_{воз} = a_{зел} \cdot B$, (2.4.)
где $a_{зел}$ – постоянная затухания шума; $a_{зел} = 0,1$ *дБА*; B – ширина полосы зелёных насаждений;$B = 10$*м.*
Снижение уровня звука экраном (зданием) $DL_{воз}$ зависит от разности длин путей звукового луча *d, м.*
Таблица 2.1. Зависимость снижение уровня звука экраном (зданием) от разности звукового луча.

d	1	2	5	10	15	20	30	50	60
DLвоз	14	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Расстоянием от источника шума и от расчётной точки до поверхности земли можно пренебречь.
Снижение шума за экраном (зданием) происходит в результате образования звуковой тени в расчётной точке и огибания экрана звуковым лучом.
Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания: $DL_{воз\ зд} = K \cdot W$, (2.5)
где K – коэффициент, *дБА/м*; $K = 0,8...0,9$; W – толщина (ширина) здания, *м*.
Порядок выполнения задания
3.1. Выберите вариант (см. табл. 2.3.).
3.2. Ознакомьтесь с методикой расчёта.
3.3.В соответствии с данными варианта определите снижение уровня звука в расчётной точке и, зная уровень звука от автотранспорта (источник шума), по формуле (2.1.) найдите уровень звука в жилой застройке.
3.4. Определите уровень звука в жилой застройке, сделайте вывод о соответствии расчётных данных допустимым нормам.
Таблица 2.3. Варианты заданий

Вариант	$r_{п}$, м	δ,м	W, м	$L_{и.ш}$, дБа
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	70	5	10	70
2	80	10	10	70
3	85	15	12	70
4	90	20	12	70
5	100	30	14	70
6	105	50	14	75
7	110	60	16	75
8	115	5	16	75
9	125	10	18	75
10	135	15	18	75
11	60	20	10	80
12	65	30	10	80
13	75	50	12	80
14	80	60	12	80
15	100	5	14	80
16	95	10	14	85
17	105	15	16	85
18	110	20	16	85
19	115	30	18	85
20	120	50	18	85
21	65	60	10	90
22	70	5	10	90
23	80	10	12	90
24	85	15	12	90
25	95	20	14	90

Контрольные вопросы

1. Какие санитарные правила устанавливают гигиенические требования к размеру санитарно-защитных зон?
2. Почему необходимо предусматривать санитарно-защитные зоны на пром предприятиях?
3. Что включает в себя общий порядок определения СЗЗ по шуму?
4. Что является источниками шума на территории промышленного предприятия?
5. Как не нужно размещать объекты при проектировании промышленных комплексов?
6. Что рекомендуется предусматривать для уменьшения шума, излучаемого промышленным оборудованием в окружающую атмосферу?
7. Как шум от компрессорных станций проникает в окружающую среду?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

«Расчет общего освещения производственных помещений»

Нерациональное освещение на рабочем месте в цехе, лаборатории, офисе приводит к повышенной утомляемости, снижению работоспособности, перенапряжению органов зрения и снижению его остроты.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: *общее*– осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; *комбинированное*– совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

В качестве источников света в настоящее время применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, но обладают низкой световой отдачей *10-20лм*/*Вт*, сравнительно небольшим сроком службы до*2500ч*; их спектральный состав сильно отличается от естественного света, нарушается правильная светопередача.

Газоразрядные лампы – это приборы, в которых излучение света возникает в результате электрического разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции. Наиболее широкое применение для целей освещения помещений и открытых площадок получили люминесцентные; ксеноновые лампы в форме светящихся трубок, а также лампы ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные) и натриевые, по форме напоминающие вытянутые лампы накаливания.

Основные преимущества газоразрядных ламп: высокая светоотдача (ДРЛ – до *65лм*/*Вт*, люминесцентные – до*90лм*/*Вт*, ксеноновые и натриевые – до*110-200лм*/*Вт*); большой срок службы*5000-20000ч*, близкий к естественному, солнечному спектру вид излучения. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации, радиопомехи; невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения.

Основным существенным недостатком всех газоразрядных ламп является пульсация светового потока, т.е. непостоянство во времени, излучение света, вызванное переменным током в питающей сети и малой инерционностью процессов, сопровождающих работу этих ламп.

Электропромышленность изготавливает люминесцентные лампы, отличающиеся цветностью излучения светового потока: белого света (ЛБ), холодно-белого света (ЛХБ), тепло-белого света (ЛТБ), дневного света (ЛД). Для высококачественной цветопередачи выпускают лампы с маркировкой Ц: ЛДЦ, ЛТБЦ, ЛХБЦ или ЛЕЦ. Их применяют тогда, когда при искусственном освещении требуется точное различение цветов и оттенков.

Для оценки искусственного освещения в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) предусмотрены светотехнические параметры количественного и качественного характера.

К количественным параметрам относится освещенность *Е* в люксах (*лк*) на рабочем месте, которая легко рассчитывается или измеряется с помощью люксметра.

К качественным параметрам относится коэффициент пульсации *КП* в %, измеряемый с помощью прибора пульсометра. Эти параметры для действующих осветительных установок должны соответствовать значениям, указанным в нормах.

Принято раздельное нормирование параметров освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Величина параметров устанавливается согласно характеру зрительной работы, который зависит от размеров объектов различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном.

Объект различения в *мм*– размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы (точка на экране ПЭВМ, самая тонкая линия на чертеже или приборной шкале и т.п.).

Фон – поверхность, на которой рассматривается объект различения, характеризуется коэффициентом отражения - *К.* При *К* менее *0,2* фон считается темным, от *0,2* до *0,4* – средним и более *0,4* – светлым.

Контраст объекта с фоном– характеризует соотношение яркости рассматриваемого объекта и фона. При слабом различении объекта на фоне контраст считается малым, объект заметен на фоне – средним; четко

различается на фоне – большим.

При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от *1*до*7*в таблице норм (в данной лабораторной работе применяем разряды от*1*до*3*), которая содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп.

При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключающих слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на *10–15%).*

По конструкции различают светильники прямого света, концентрирующие световой поток в нижнюю полусферу с помощью белого или зеркального отражателя; рассеянного света (при равномерном распределении света в пространстве) и отраженного света (световой поток направлен в верхнюю полусферу).

Светлая окраска потолка, стен, мебели, оборудования способствует увеличению освещенности на рабочих местах за счет лучшего отражения и созданию более равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Рациональное освещение должно быть спроектировано в соответствии с нормами, приведенными в СНиП 23-05-95, а также рекомендациями, изложенными в литературе.

Задачей светотехнического расчета является определение светотехнических параметров осветительной остановки, необходимых для обеспечения нормируемых характеристик освещения. Обеспечение нормируемой освещенности осуществляется путем выбора количества источников света, необходимых для создания требуемого уровня освещенности.

2. Методика расчета

Определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемую величину минимальной освещенности на рабочем месте для газоразрядных - люминесцентных ламп (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света, с помощью таблицы 4.1, учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном).

Для обеспечения работоспособности ЛЛ располагают в светильниках с металлической экранирующей решеткой и непрозрачными боковинами, с отраженным и рассеянным светораспределением.

Число светильников с ЛЛ определяют по формуле: $N = S/ M L$ (4.1)

где N – количество светильников; S – площадь помещения, м^2 ; M – расстояние между параллельными рядами, м ;

L – расстояние между центрами светильников, м.

Для достижения равномерной горизонтальной освещенности светильники с ЛЛ рекомендуется располагать сплошными рядами параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения. Расстояние между центрами светильников в ряду, с учетом рекомендаций, определяют по следующей формуле: $l_{св} \leq L \leq H_p$, *(4.2)*

где H_p – высота подвеса светильника с ЛЛ, м(в расчетах $H_p = H$; H – высота помещения в м);$l_{св}$ – длина светильника с ЛЛ, м

(в расчетах для определения $l_{св}$ используем максимальную длину ЛЛ – 1515 мм, которую увеличиваем на 20 %, поэтому $l_{св} = 1{,}2 \cdot 1515 = 1818$ мм $\approx 1{,}8$ м).

Таблица 4.1 – Нормы проектирования искусственного освещения (фрагмент)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения,мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						комбинированное	общее
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	1500
			б	Малый	Средний	4000	1250
				Средний	Темный	4000	1250
			в	Малый	Светлый	2500	750
				Средний	Средний	2500	750
				Большой	Темный	2500	750
			г	Средний	Светлый	1500	400

				Большой	Светлый	1500	400
				Большой	Средний	1500	400
очень высокой точности	0.15 - 0.3	II	а	Малый	Темный	4000	1250
			б	Малый	Средний	3000	750
				Средний	Темный	3000	750
			в	Малый	Светлый	2000	500
				Средний	Средний	2000	500
				Большой	Темный	2000	500
			г	Средний	Светлый	1000	300
				Большой	Светлый	1000	300
				Большой	Средний	1000	300
Высокой точности	0.3 - 0.5	III	а	Малый	Темный	2000	500
			б	Малый	Средний	1000	300
				Средний	Темный	1000	300
			в	Малый	Светлый	750	300
				Средний	Средний	750	300
				Большой	Темный	750	300
			г	Средний	Светлый	400	200
				Большой	Светлый	400	200
				Большой	Средний	400	200

Подставим $l_{св}$ в формулу (4.1) и получим: $1{,}8 \le L \le H_p$, (4.3)

В соответствии с рекомендациями, расстояние между параллельными рядами определяют по формуле:

$M \ge 0{,}6 \cdot H_p$, (4.4)

Оптимальное значение M= 2 ... 3 м.

Для равномерного распределения светильников необходимо определить количество светильников в одном ряду и количество рядов по формулам: m = A / L, (4.5)

где m – количество светильников в одном ряду; A – длина помещения, м.

k = N / m, (4.6)

где k – количество рядов.

После этого уточняем число светильников с ЛЛ по формуле: $N' = m \cdot k$, (4.7)

Для расчета общего освещения используют метод коэффициента использования светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

Световой поток светильника с ЛЛ определяют по формуле:

$$\Phi_{л.расч} = \frac{E_н \cdot S \cdot Z \cdot K}{N' \cdot \eta} \qquad (4.8)$$

где $\Phi_{л.расч}$ – расчетный световой поток, лм;

$E_н$ – нормированная минимальная освещенность, лк;

Z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $E_{ср} / E_{мин}$, значения для ЛЛ – Z = 1,1;

K – коэффициент запаса;

η – коэффициент использования светового потока ламп, (η зависит от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потока $\rho_п$ и $\rho_с$, высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью $H_р$ и показателя помещения i).Значение коэффициента использования светового потока определяют по таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Значения коэффициента использования светового потока

Показатель помещения	1	2	3	4	5
Коэффициент использования светового потока	0,28 – 0,46	0,34 – 0,57	0,37 – 0,62	0,39 – 0,65	0,40 – 0,66

Показатель помещения определяют по формуле: $$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (4.9)$$

где i – показатель помещения; A и B – соответственно длина и ширина помещения, м;

H_p – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением пыли – K= 2, со средним –K= 1,8 , с малым –K= 1,5.

По полученному значению светового потока, с помощью таблицы 4.3, подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть 2 или 4 лампы. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в два или четыре раза соответственно.

Таблица 4.3 – Характеристики люминесцентных ламп

Тип и мощность, Вт	Длина, мм	Световой поток, лм	Тип и мощность, Вт	Длина, мм	Световой поток, лм
ЛДЦ 20	604	820	ЛД 40	1214	2340
ЛД 20	604	920	ЛХБ 40	1214	3000
ЛХБ 20	604	935	ЛБ 40	1214	3120
ЛБ 20	604	1180	ЛДЦ 65	1515	3050
ЛДЦ 30	909	1450	ЛДЦ 80	1515	3740
ЛД 30	909	1640	ЛД 65	1515	3570
ЛХБ 30	909	1720	ЛД 80	1515	4070
ЛБ 30	909	2100	ЛБ 80	1515	5220

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению:

$$\Phi_{л.расч} = (0{,}9 \ldots 1{,}2) \cdot \Phi_{л.табл}, \quad (4.10)$$

где $\Phi_{л.расч}$ – расчетный световой поток, лм; $\Phi_{л.табл}$ – световой поток , определенный по таблице 4.3, лм.

Если соотношение по формуле (4.6) не выполняется, то количество светильников уточняется по формуле:

$$N_1 = \frac{\Phi_{л.расч}}{\Phi_{л.табл}} \cdot N' \quad (4.11)$$

Мощность, потребляемая осветительной установкой, определяется по формуле: $P = p \cdot N' \cdot n$ (4.12)

где p – потребляемая мощность, Вт;n – количество ламп в светильнике.

Если количество светильников уточняется по формуле (4.11), то для определения количества светильников используется формула (4.13): $P = p \cdot N_1 \cdot n$ (4.13)

Варианты практических заданий по теме: «Расчет общего освещения»

№	Производственное помещение	Габариты помещения, м			Н размер объекта различения, мм	Контраст объекта различения с фоном	арактеристи ка фона	Характеристика помещения по условиям среды
		длина А	ширина В	высота Н				
01	Вычислительный центр	60	30	5	0,35	большой	светлый	небольшая запыленность
02	Дисплейный класс	35	20	5	0,35	малый	средний	небольшая запыленность
03	Участок шлифовальных станков	40	18	6	0,27	большой	светлый	небольшая запыленность, высокая влажность
0	Участок	50	24	6	0,29	средний	светлый	небольшая

4	полировальных станков							запыленность, высокая влажность
05	Механический цех; металлорежущие станки	90	24	6	0,28	средний	светлый	небольшая запыленность
06	Участок станков с ЧПУ	60	24	5	0,31	средний	светлый	небольшая запыленность
07	Участок автомати-ческих линий	80	36	5	0,34	большой	светлый	небольшая запыленность
08	Участок сборки	50	18	6	0,25	большой	светлый	небольшая запыленность
09	Участок сварки	60	12	7	0,4	средний	темный	средняя запыленность
10	Лаборатория для металлографическ их исследований	36	12	5	0,29	средний	светлый	большая запыленность

Контрольные вопросы

1. По конструктивному исполнению искусственное освещение бывает…?
2. Лампы накаливания и газоразрядные лампы как источники света? Их преимущества и недостатки
3. Как различаются люминесцентные лампы?
4. Что относится к светотехническим параметрам количественного и качественного характера?
5. Что является задачей светотехнического расчета?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

Расчет естественного освещения

Естественное освещение обеспечивается солнечными лучами и рассеянным светом небосвода. Оно биологически наиболее ценно, к нему максимально приспособлен глаз человека.

На величину естественного освещения оказывает влияние инсоляционный режим, который зависит от ориентации помещения по сторонам света. Под инсоляцией понимают освещение здания солнечными лучами и попадание прямых солнечных лучей через светопроемы в помещение. Инсоляционный режим оценивается продолжительностью инсоляции в течение суток, процентом инсолируемой площади помещения и количеством радиационного тепла, поступающего через проемы в помещение. Различают три типа инсоляционного режима: максимальный, умеренный и минимальный.

Для оценки естественного освещения в помещениях используют следующие показатели: световой коэффициент (СК); коэффициент заглубления; угол падения световых лучей; угол отверстия; коэффициент естественной освещенности(КЕО).

Световой коэффициент представляет собой отношение остекленной поверхности окон к площади пола. СК выражается дробью, числитель которой – единица, а знаменатель – частное от деления площади помещения на площадь поверхности стекол. В жилых комнатах этот коэффициент составляет не менее 1:8-1:10. Недостатком светового коэффициента является то, что он не учитывает вероятность затенения окон противостоящими зданиями, деревьями, форму окон, чистоту стекол, удаленность рабочих мест от окон.

Коэффициент заглубления – это отношение расстояния от пола до верхнего края окна к расстоянию до противоположной стены (глубина комнаты). Этот показатель должен быть не менее 1/1,5 – 1/2.

Угол падения характеризует угол, под которым падают из окна световые лучи на данную горизонтальную поверхность в помещении. Угол падения на рабочем месте должен быть не менее 27°. По мере удаления рабочего места от окна угол падения будет уменьшаться и, следовательно, освещенность станет хуже. Угол падения зависит также от высоты окна. Чем выше окно, тем угол падения больше.

Угол отверстия характеризует величину участка небосвода, свет от которого падает на рабочее место и непосредственно освещает рабочую поверхность. Угол отверстия не должен быть менее 5°. Чем больше участок неба, видимый из окна, тем больше угол отверстия, тем лучше освещение.

Основным нормативным показателем степени достаточности естественного освещения служит *коэффициент естественной освещенности (КЕО)* - отношение горизонтальной естественной освещенности в наиболее удаленной от окон точке помещения к единовременной освещенности под открытым небосводом на том же горизонтальном уровне в условиях рассеянного света, выраженное в процентах.

Практическое задание. Рассчитать площадь световых проемов в цехе для обеспечения нормированного значения коэффициента естественного освещения (КЕО). Для расчета естественного освещения принять боковое расположение световых проемов. Исходные данные для расчета принять по варианту (табл. 1).

Таблица 1. Варианты исходных данных

№	Параметры для расчета

вари анта	Размеры цеха, м			Высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна, м	Разряд зри-тельной работы	Населенный пункт нахождения цеха	Ориен-тация окон
	длина	ширин а	высо та				
1	24	12,3	3,6	2,5	IVа	Москва	С
2	12	6,3	3,7	2,4	IIIв	Пенза	СВ
3	12	6,3	3,8	2,3	IIIб	Хабаровск	З
4	24	12,5	3,9	2,7	IVв	Амурская обл.	В
5	18	12,3	4,0	2,6	Vг	Дагестан	СЗ
6	24	12,2	4,1	2,8	IVб	Мурманск	Ю
7	24	12,3	4,2	2,7	IIIг	Красноярск	ЮЗ
8	12	6,5	4,3	2,2	IIIв	Самара	Ю
9	12	6,3	4,4	2,1	IVг	Кемеровская обл.	С
10	36	12,3	4,5	2,9	VIа	Липецк	З
11	18	6,3	5,0	2,3	VIIб	Чеченская Респ.	СЗ
12	6	5,4	5,1	2,0	IIIв	Калмыцкая Респ.	СЗ
13	24	5,4	5,2	2,2	Vб	Приморский край	Ю
14	12	6,3	5,3	2,3	IVв	Респ. Бурятия	ЮВ
15	6	4,8	5,4	2,1	IVг	Оренбург	СВ
16	6	5,0	5,5	2,0	IIIб	Брянск	В
17	36	12,3	6,0	2,8	VIб	С-Петербург	З
18	24	5,4	6,1	2,6	VIIа	Пермь	ЮВ
19	12	6,3	6,2	2,3	Vв	Рязань	З
20	18	12,3	6,3	2,5	IIIг	Магадан	СВ

Контрольные вопросы:

1. Чем обеспечивается естественное освещение?
2. Что такое инсоляция? Какие существуют типы инсоляционных режимов?
3. Что представляет собой световой коэффициент?
4. Что такое коэффициент заглубления?
5. Что характеризуют угол падения, угол отверстия? Их величины.
6. Что такое КЕО?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14

«Анализ производственного травматизма»

Анализ производственного травматизма является одним из инструментов управления охраной труда. Критериями состояния охраны труда являются:

1. Показатель частоты травматизма Кч . Характеризует число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год)

$$К_ч = 1000Т/С$$

2. Показатель тяжести травматизма Кт. Характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай

$$К_т = Д/Т$$

3. Показатель нетрудоспособности $К_н$. Комплексно учитывает частоту и тяжесть травм

$$К_н = К_ч К_т = 1000Д/С$$

4. Показатель частоты несчастных случаев с летальным исходом $К_л$. Характеризует уровень принудительной смертности на производстве, приходящийся на 1000 работающих

$$К_л = 1000N_л/С$$

В указанных формулах **Т**-численность травмированных людей, **С**-среднесписочное число работающих, **Д**-суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям, $N_л$-число летальных исходов в результате несчастных случаев на производстве.

Задача №1. Два механических цеха машиностроительного предприятия сравнить по критериям состояния охраны труда и сделать вывод. Предложить мероприятия по снижению значений критерий состояния охраны труда. Назначить ответственность работодателю за нарушение требований по безопасности труда. Ответить на поставленные вопросы

Цех №1. Количество работающих: январь-апрель – по 810 человек, май-808 человек, июнь-август-по 812 человек, сентябрь-816 человек, октябрь-800 человек, ноябрь-декабрь - по 810 человек. За 12 рабочих месяцев в цехе было травмировано 20 человек. Из них два смертельных случая в октябре по вине работодателя. Количество дней нетрудоспособности по месяцам: январь-15, февраль-3, март-14, апрель- 5, май-24, июнь-9, июль-6, август- 18, сентябрь-10, октябрь-6, ноябрь-декабрь-по14 дней.

Цех №2 Количество работающих: январь-апрель – по 1100 человек, май-июнь-август-по 1090 человек, сентябрь-1082 человека, октябрь-ноябрь-декабрь - по 1090 человек. За 12 рабочих месяцев в цехе было травмировано 15 человек. Из них два смертельных случая в апреле. В сентябре один несчастный случай без смертельного исхода произошел по вине работодателя. Количество дней нетрудоспособности по месяцам: январь-20, февраль-3, март-10, апрель- 7, май-20, июнь-9, июль-6, август- 10, сентябрь-18, октябрь-6, ноябрь-декабрь-по12 дней.

Задача №2. Два механических цеха машиностроительного предприятия сравнить по критериям состояния охраны труда и сделать вывод. Предложить мероприятия по снижению значений критерий

состояния охраны труда. Назначить ответственность работодателю за нарушение требований по безопасности труда. Ответить на поставленные вопросы

Цех №1. Количество работающих: январь-март – по 600 человек, апрель-май- по608 человек, июнь-июль -по 602 человек, август-сентябрь- по 616 человек, октябрь-600 человек, ноябрь-декабрь - по

610 человек. За 12 рабочих месяцев в цехе было травмировано 25 человек. Из них три смертельных случая в ноябре по вине работодателя. Количество дней нетрудоспособности по месяцам: январь-13, февраль-6, март-14, апрель- 5, май-14, июнь-19, июль-6, август- 8, сентябрь-10, октябрь-6, ноябрь-декабрь-по16 дней.

Цех №2 Количество работающих: январь-апрель – по 580 человек, май-июнь-август-по 570 человек, сентябрь-572 человека, октябрь-ноябрь-декабрь - по 570 человек. За 12 рабочих месяцев в цехе было травмировано 15 человек. Из них два смертельных случая в апреле. В октябре один несчастный случай без смертельного исхода произошел по вине работодателя. Количество дней нетрудоспособности по месяцам: январь-18, февраль-5, март-10, апрель- 9, май-15, июнь-9, июль-6, август- 12, сентябрь-16, октябрь-5, ноябрь-декабрь-по12 дней.

Порядок выполнения работы

1. Заполнить таблицу, изучив теорию

Таблица 1- Критерии состояния охраны труда

Номер цеха	Т, чел.	С, чел.	Д, дн.	Nл, шт.
№1				
№2				

$C=(C_1+C_2+\ldots+C_{12})/12$ $Д=(Д_1+Д_2+\ldots+Д_{12})/12$

Примечание. Полученное значение округлить до целого значения в большую сторону

2. Определить критерии состояния охраны труда для цеха №1 и цеха №2
3. Сравнить критерии состояния охраны труда, сделать вывод.
4. Предложить мероприятия по снижению значений критерий состояния охраны труда
5. Заполнить таблицу (поставить галочку в клетке), изучив теорию

Таблица 2- Вид ответственности работодателя

Номер цеха	Ответственность работодателя			
	Дисциплинарная	Административная	Материальная	Уголовная
№1				
№2				

6.Ответить на вопросы:

В каком случае возникает материальная ответственность?

В чем выражается дисциплинарная ответственность?

Кто имеет право привлекать к административной ответственности?

В каком случае возникает уголовная ответственность?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15

«Расчет звукоизолированной кабины»

Наиболее простое и эффективное средство защиты от шума технологического оборудования в производственных помещениях - устройство звукоизолирующих кабин, полностью отгораживающих работающих от шумных агрегатов. Наиболее часто звукоизолирующие кабины применяют для расположения в них пультов дистанционного управления или рабочих мест в шумных цехах. Звукоизолирующие кабины широко применяют в химической, металлургической, машиностроительной и других отраслях промышленности, а также в машинных залах электростанций и в компрессорных станциях. При применении звукоизолирующих кабин следует учитывать СП 51.13330.2011 (9.22-9.24).

Преимущество применения звукоизолирующих кабин - возможность обеспечения практически любого требуемого снижения шума на рабочих местах.

Кроме этого, кабины могут быть сборными, изготовленными из стали, дюралюминия, пластика, фанеры и других листовых материалов на специальных предприятиях-изготовителях и собираться на месте установки в цехе.

Внутренний объем кабины должен составлять не менее 15 $м^3$ на одного человека. Высота кабины (внутри) – не менее 2,5 м. Кабина должна быть оборудована системой вентиляции или кондиционирования воздуха с необходимыми глушителями шума. Внутренние поверхности кабины должны быть на 50–70 % облицованы звукопоглощающими материалами.

Кабины должны обеспечивать удобное расположение рабочих мест и необходимый обзор цеха. Для этого они могут быть приподняты над полом или установлены на антресолях, с наклонным остеклением.

Звукоизолирующие кабины следует устанавливать на резиновых виброизоляторах, не допуская передачи вибраций на ограждающие конструкции кабин. Узлы крепления ограждающих элементов к каркасу кабины и друг к другу должны гарантировать плотность, герметичность и простоту монтажа этих элементов и всех соединений. Для пропускания технологических коммуникаций из цеха в кабину следует проектировать специальные звукоизолированные проемы, отверстия или коллекторы, обеспечивающие требуемую звукоизоляции ограждений, через которые приходят эти коммуникации.

Оконные проемы следует делать минимальными и заполнять толстыми зеркальными стеклами или

пластинами, например из плексигласа (органическое стекло). По периметру окон должны быть предусмотрены герметичные резиновые прокладки.

При применении двойного остекления между стеклами должна быть сделана звукопоглощающая облицовка по периметру окон.

Конструкцией дверей должна быть обеспечена легкость и простота их закрывания и открывания, плотность и герметичность притворов по всему ее периметру. При высокой требуемой звукоизоляции двери следует выполнять двойными.

Отопление и вентиляция кабины могут быть индивидуальными или от общей цеховой сети, но в обоих случаях необходимо предусматривать устройство глушителей шума со стороны выхода и входа воздуха. При установке в кабине местного вентилятора необходимо предусматривать не только устройство глушителя, но и виброизоляцию вентилятора от ограждающих конструкций кабины, а при необходимости - и кожух, изолирующий вентилятор.

Изнутри кабина, как правило, должна быть облицована звукопоглощающими конструкциями, изготовленными из материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в октавных полосах 250-2000 Гц.

Указания к расчету

Одним из наиболее эффективных вариантов борьбы с шумом является изоляция работающих от источника шума. Это возможно в тех случаях, когда пульты управления могут быть удалены от оборудования и заключены в звукоизолирующую кабину со смотровым стеклом, с пультом управления и средствами автоматики.

Требуемую звукоизолирующую способность кабины определяют по формуле:

$$R_{тр\ каб} = L + 10 \cdot \lg \frac{S}{B_k} - L_{доп} \qquad (1)$$

Где L – уровни шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;

S – площадь ограждений, через которые шум проникает из шумного помещения (суммарная площадь ограждающих поверхностей кабины, за исключением пола), м^2: S =a ·b + 2b·h + 2a · h

где a – длина кабины, м; b – ширина кабины, м; h – высота кабины, м

B_k – постоянная помещения кабины (м2), определяется по формуле: $B = B_{1000} \cdot \mu$

Где B_{1000} – постоянная помещения в м^2 на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по табл. 1, в зависимости от объема V в м^3 и типа помещения;

μ - частотный множитель, определяемый по табл. 2.

$L_{доп}$ – допустимые значения уровней звукового давления в кабине в соответствии с требованием ГОСТ 12.1.003-83.

Реальную конструкцию ограждения кабины выбирают таким образом, чтобы ее звукоизолирующая способность $R_{каб}$ в каждой октавной полосе была выше требуемой, то есть $R_{каб} \geq R_{тр}$.

Уровень шума в кабине определяется из выражения: $L_{каб} = L - R_{каб}$

Где L – уровень шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;

R – звукоизолирующая способность конструкции кабины, дБ.

Пример

Подобрать конструкцию звукоизолирующей кабины наблюдения и дистанционного управления в производственном помещении, обеспечивающую внутри нее выполнение нормативных требований ГОСТ 12.1.003-83. Уровни шума в производственном помещении в октавных полосах частот приведены в 1-ой строке табл. 4. Размеры кабины принимаем 5,2 × 3 × 2,5 м. V = 39м^3.

Для заданного объема кабины по табл. 1 и 2 находим значения постоянной помещения в каждой октавной полосе частот и записываем во 2-ой строке табл. 4. По формуле (1) рассчитываем требуемую звукоизолирующую способность кабины (7-ая строка табл. 4). Из табл. 3 выбираем строительный материал для кабины (8-ая строка табл. 4). Сравнение строк 7 и 8 табл. 4 показывает выполнение нормативных требований $R_{каб} \geq R_{тр}$.

После чего считаем уровень шума в кабине и делаем вывод.

Таблица 1. Постоянная помещения B_{1000} , м2, на среднегеометрической частоте 1000 Гц

Тип помещения	Описание и назначение помещения	B_{1000}, м^2
1	С небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, генераторные, щитовые, электромеханические мастерские, вентиляционные помещения, залы буммашин)	V / 20
2	С жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (кабинеты, лаборатории, здравпункты, комнаты мастеров и начальников цехов, цехи вспомогательного оборудования)	V / 10
3	С большим количеством людей и мягкой мебелью (рабочие комнаты заводоуправлений, конструкторские и лабораторно-конструкторские залы,	V / 6

	вычислительные центры и т.п.)	
4	Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	V / 1,5

Таблица 2. Частный множитель

Объем помещения, V, м^3	при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
V < 200,0	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
V = 200 ÷ 1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
V > 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Таблица 3. Звукоизолирующая способность стен и перегородок акустических конструкций, дБ

№ п/п	Материал конструкции	Толщина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Кирпичная кладка	1 кирпич	36	41	44	51	58	64	65	65
2	Кирпичная кладка	2 кирпича	45	45	52	59	65	70	70	70
3	Железобетонная плита	50 мм	28	34	35	35	41	48	55	55
4	Железобетонная плита	100 мм	34	40	40	44	50	55	60	70
5	Железобетонная плита	400 мм	45	48	55	61	68	70	70	70
6	Железобетонная плита	800 мм	48	55	61	68	70	70	70	70
7	Гипсобетонная плита	80 мм	20	28	33	37	39	44	44	42
8	Шлакобетонная панель	250 мм	20	30	45	52	59	64	64	62
9	Стекло	7 мм	-	22	22	29	34	28	39	-
10	Стеклопластик	3 мм	9	13	17	21	25	29	31	32
11	Стеклопластик	5 мм	12	16	20	24	28	31	31	34
12	Стеклопластик	10 мм	17	21	25	28	31	31	34	38
13	Двойной остекленный витраж	Стекло7мм; просл100мм об.толщ:114мм	-	29	37	41	50	45	54	-

Контрольные вопросы:

1. Что располагают с звукоизолирующих кабинах?
2. На каких отраслях промышленности применяют звукоизолирующие кабины?
3. Из каких материалов изготавливают звукоизолирующие кабины?
4. Какие внутренние размеры должны быть в кабине? Чем она должна быть оборудована?
5. На чём следует устанавливать звукоизолирующие кабины?
6. Требования к конструкциям внутри кабины?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №16

«Расследование несчастного случая на производстве и оформление документации»

Для разработки мероприятий по профилактике травматизма, своевременного и правильного выявления причин несчастных случаев на производстве необходимы их своевременные расследования и учет.

Порядок расследования несчастных случаев на производстве *(далее несчастных случаев)* установлен в статьях 227-231 Трудового кодекса РФ в редакции, вступившей в силу с 6 октября 2006 года, и в «Положении об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и

организациях», утвержденном постановлением Минтруда РФ от 24 октября 2002 года № 73.

Этот порядок обязателен для всех организаций и лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью.

В соответствии с этим положением расследуются и подлежат учету все несчастные случаи на производстве, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату трудоспособности либо его смерть, если они произошли:

- в течение рабочего времени на территории организации или вне ее (включая установленные перерывы), а также во время, необходимое для приведения в порядок орудий труда, одежды, рабочего места и т.д. перед началом работы или по окончании работы, а также при выполнении работ в сверхурочное время, выходные или праздничные дни;
- при следовании к месту работы или с работы на предоставленном работодателем транспорте либо на личном транспорте при наличии договора о его использовании в производственных целях;
- при следовании к месту командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель сменщик на автотранспортном средстве, механик рефрижераторной секции, проводник в поезде и т.д.);
- при работе вахтово-экспедиционным методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;
- при привлечении работника в установленном порядке к участию в ликвидации последствий катастрофы, аварии и других чрезвычайных происшествий техногенного и природного характера;
- при осуществлении не входящих в трудовые обязанности работника действий, но совершаемых в интересах работодателя или направленных на предотвращение аварии или несчастного случая.

Несчастный случай на производстве является страховым случаем, если он произошел с работником, подлежащим обязательному социальному страхованию от несчастных случаев. Поэтому работодатель обязан в течение суток сообщить о несчастном случае в исполнительный орган социального страхования (по месту регистрации в качестве страхователя).

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее 3 человек.

В составе комиссии включаются специалист по охране труда, представители работодателя, профсоюзного или иного уполномоченного работниками представительного органа. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченное им лицо. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

Каждый работник имеет право на личное участие в расследовании происшедшего с ним несчастного случая.

Для расследования тяжелого группового несчастного случая, несчастного случая на производстве со смертельным исходом в комиссию в комиссию кроме вышеуказанных лиц включается государственный инспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав, возглавляет комиссию государственный инспектор по охране труда.

По требованию пострадавшего, а в случае его смерти, по требованию его родственников в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо. Если доверенное лицо не участвует в расследовании, работодатель или председатель комиссии обязаны по требованию доверенного лица ознакомить его с материалами расследования.

Порядок расследования несчастных случаев

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве (который не является групповым и не относится к категории тяжелых или со смертельным исходом) проводится комиссией в течение 3 дней.

Расследование группового несчастного случая на производстве или тяжелого несчастного случая на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай на производстве, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность наступила не сразу, расследуется комиссией по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение месяца со дня поступления указанного заявления.

В каждом случае расследования комиссия выявляет и опрашивает очевидцев происшествия несчастного случая, лиц, допустивших нарушения нормативных требований по охране труда, получает необходимую информацию от работодателя и по возможности объяснения пострадавшего.

На основании собранных данных и материалов комиссия устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, определяет, был ли пострадавший в момент несчастного случая связан с производственной деятельностью организации или индивидуального предпринимателя и объяснялось ли его нахождение в месте происшествия исполнением им трудовых обязанностей. На основе этих данных комиссия квалифицирует несчастный случай, как несчастный случай на производстве или несчастный случай, не

связанный с производством, определяет лиц, допустивших нарушения требований безопасности и охраны труда, законодательных и иных нормативных правовых актов, и меры по устранению причин и предупреждению несчастных случаев на производстве.

Порядок оформления акта по форме Н-1

По каждому случаю на производстве, вызвавшему необходимость перевода работника в соответствии с медицинским заключением на другую работу, потерю трудоспособности работником на срок не менее одного дня либо его смерть, оформляется акт о несчастном случае на производстве по форме Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акт по форме Н-1 составляется на каждого пострадавшего отдельно.

Акт по форме Н-1 подписывается членами комиссии, утверждается работодателем и заверяется печатью.

Работодатель в 3-дневный срок после утверждения акта по форме Н-1 обязан выдать один экземпляр указанного акта пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом родственникам погибшего либо его доверенному лицу.

Экземпляр акта вместе с материалами расследования несчастного случая на производстве хранится в течение 45 лет в организации по основному месту работы или учебы пострадавшего на момент несчастного случая на производстве.

Задание:

1 Рассмотреть функции комиссии по расследованию и оформлению несчастного случая.

2 Рассмотреть обязанности руководителя производственного подразделения, где произошел несчастный случай.

3 Оформить документацию: объяснительные записки от пострадавшего, свидетелей и руководителя производственного участка; оформить акт по форме Н-1.

Варианты заданий даны в Приложении 1.

Контрольные вопросы

1 Что такое травма, профзаболевание?

2 Перечислите виды инструктажей.

3 Кто ведет расследование несчастного случая на производстве?

4 Опишите порядок расследования несчастных случаев.

5 Что должно быть указано в акте формы Н-1?

6 Какие несчастные случаи расследуются и подлежат учету?

7В течение, какого времени комиссия должна составлять акт по форме Н-1?

8 Кто не может быть включен в состав комиссии по расследованию несчастного случая?

9 Какие несчастные случаи считаются производственными?

10 Назовите время и периодичность проведения инструктажей.

11 Какие существуют виды ответственности должностных лиц за нарушение требований по безопасности труда?

12 В чем состоит экономический ущерб от производственного травматизма?

13 В каких случаях проводится внеплановый инструктаж?

14 Каков порядок регистрации инструктажей?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №17

«Расчёт потребного воздухообмена при общеобменной вентиляции»

Воздухообмен - это непосредственно процесс замещения воздушного объема во внутренних пространствах того или иного здания. Воздухообмен один из количественных параметров, характеризующих работу системы вентиляции воздуха в закрытых помещениях. Правильная организация воздухообмена в производственных и жилых помещениях - одна из главных целей проектирования и создания современных систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Расчет кратности воздухообмена осуществляется на основе необходимого притока воздуха, достаточного для ассимиляции излишней влаги и тепловой энергии, содержащихся в атмосфере помещения. Для точного расчета необходимых воздухопритоков существуют рекомендованные государственными органами нормы воздухообмена.

Для качественной оценки эффективности воздухообмена принимают понятие *кратности воздухообмена К* – отношение объёма воздуха, поступающего в помещение в единицу времени L ($м^3/ч$), к свободному объёму вентилируемого помещения V_c ($м^3$). При правильной организации вентиляции кратность воздухообмена должна быть значительно больше единицы.

Кратность воздухообмена с точки зрения измеряемого показателя - это величина, значение которой показывает, сколько раз в течение шестидесяти минут воздух в помещении полностью заменяется на новый. Нормы расчета кратности воздухообмена в системах вентиляции напрямую зависят от предназначения каждого конкретного помещения. Так, кратность воздухообмена в цеху на горячем производстве будет значительно отличаться от этого показателя в научной лаборатории.

Вентиляцией называется организованный регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязнённого воздуха и подачу на его место свежего. В зависимости от способа движения воздуха вентиляция может быть естественная и механическая.

Естественная – вентиляция, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания.

Механическая– вентиляция, с помощью которой воздух подаётся в производственное помещение или удаляется из него по системе вентиляционных каналов за счёт работы вентилятора. Она позволяет поддерживать в рабочих помещениях постоянную температуру и влажность.

В зависимости от требований производства и санитарно-гигиенических правил приточный воздух можно нагреть, охладить, увлажнить, а удаляемый из помещений воздух очистить от пыли и газа. Обычно объём воздуха $L_{пр}$, подаваемого в помещение при общеобменной вентиляции, равен объёму воздуха $L_в$, удаляемого из помещения.

Существенное влияние на параметры воздушной среды в рабочей зоне оказывают правильная организация и устройство приточных и вытяжных систем.

Методика расчёта потребного воздухообмена при общеобменной вентиляции.

При общеобменной вентиляции потребный воздухообмен определяется из условий отвода избыточного тепла, удаления избыточной влаги, удаления ядовитых и вредных газов, а также пыли.

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных выделений количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объёма помещения, приходящегося на одного работающего. Отсутствием вредных выделений считается такое их количеств в технологическом оборудовании, при одновременном выделении которых в воздухе помещения концентрация вредных веществ не превысит предельно допустимую.

Если в производственном помещении объём воздуха на каждого работающего составляет Vпр i< 20м^3, то расход воздуха Li должен быть не менее 30м^3 на каждого работающего. Если Vпр i= 20 …40м^3, то Li≥ 20м^3/ ч. В помещениях с Vпр i > 40м^3 и при наличии естественной вентиляции воздухообмен не рассчитывают. При отсутствии естественной вентиляции расход воздуха на одного работающего должен быть не менее 60м^3/ ч.

1. Необходимый воздухообмен для всего производственного помещения в целом: $L_{пп} = n \cdot L_1$; (1)

где n – число работающих в данном помещении.

В данной практической работе рассчитаем потребную кратность воздухообмена для случаев отвода избыточного тепла и удаления вредных газов.

2. Необходимый воздухообмен для отвода избыточного тепла. $$L_1 = \frac{Q}{(t_{ух} - t_{пр}) \cdot \rho \cdot c} \quad , \qquad (2)$$

где L_1– воздухообмен, необходимый для отвода избыточного тепла (м^3/ ч);

Q – избыточное количество тепла, (кДж / ч);

с – теплоёмкость воздуха, (Дж / (кг $\cdot^0$ С), с = 1кДж/кг·К;

ρ – плотность воздуха, (кг / м^3); $\rho = 353/273+t_{пр}$, (3)

где $t_{пр}$– температура приточного воздуха, (^{0}С); Она зависит от географического расположения завода. Принимается равной 22,3^{0}С.

$t_{ух}$ – температура воздуха, уходящего из помещения, принимается равной температуре воздуха в рабочей зоне, (^{0}С), которая принимается на 3–5 ^{0}С выше расчётной температуры наружного воздуха.

Избыточное количество тепла, подлежащего удалению из производственного помещения, определяется по тепловому балансу:

$Q=\Sigma Q_{пр} - \Sigma Q_{расх}$; (4)

Где $\Sigma Q_{пр}$ – тепло, поступающее в помещение от различных источников, (кДж/ч);

$\Sigma Q_{расх}$ – тепло, расходуемое стенами здания и уходящие с нагретыми материалами, (кДж/ч), рассчитывается согласно методики, изложенной в СниП 2.04.05 – 86.

Так как перепад температур воздуха внутри здания и снаружи в тёплый период года небольшой (3–5 ^{0}C), то при расчёте воздухообмена по избытку тепловыделений, потери тепла через конструкции зданий можно не учитывать.

Для упрощения расчётов в данной практической работе избыточное количество тепла определяется только с учётом тепловыделений электрооборудования и работающего персонала.

Таким образом: $Q = \Sigma Q_{пр}$; (5) $\Sigma Q_{пр} = Q_{э.о.} + Q_р$; (6)

Где $Q_{э.о.}$ – тепло, выделяемое при работе оборудования с приводом от электродвигателей, (кДж / ч);

$Q_р$ – тепло, выделяемое работающим персоналом, (кДж / ч).

$$Q_{эо} = 3528 \cdot \beta \cdot N \ , \quad (7)$$

где β – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования, одновременность его работы, режим работы. Принимается равным 0,25 … 0,35; N – общая установочная мощность электродвигателей, (кВт);

$Q_р$ – определяется по формуле: $Q_р = n \cdot q_р$ (8)

где n – число работающего персонала, (чел);

$q_р$ – тепло, выделяемое одним человеком, (кДж / ч); 300 кДж / ч – при лёгкой работе; 400 кДж /ч – при работе ср. тяжести;

500 кДж / ч – при тяжёлой работе.

3. Необходимый воздухообмен для поддержания концентрации вредных веществ в заданных пределах.

При работе вентиляции, когда существует равенство масс приточного и удаляемого воздуха можно принять, что вредные вещества не накапливаются в производственном помещении. Следовательно, концентрация вредных веществ в удаляемом из помещения воздухе $q_{уд}$ не должна превышать ПДК.

Расход приточного воздуха, м^{3}ч, необходимый для поддержания концентрации вредных веществ в заданных пределах рассчитывается по формуле: $L_2 = G / (q_{уд} - q_{пр})$, (9)

где G– количество выделяемых вредных веществ, мг/ч, $q_{уд}$ – концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, которая не должна превышать предельно допустимую, мг/м^3, т.е. $q_{уд} \le q_{пдк}$; $q_{пр}$– концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м^3. Концентрация вредных веществ в приточном воздухе не должна превышать 30% ПДК, т.е. $q_{пр} \le 0{,}3 q_{уд.}$

4. Определение потребной кратности воздухообмена.

Величина, показывающая во сколько раз потребный воздухообмен больше объёма воздуха, находящегося в производственном помещении (определяющая кратность смены воздуха), называется потребной кратностью воздухообмена. Она вычисляется по формуле: $K = L / V_c$; (10)

где К – потребная кратность воздухообмена, 1/час;

L – потребный воздухообмен, (м^3/ч).

Определяется сравнением величин L1 и L_2 и выбором наибольшей из них;

V_c – внутренний свободный объём помещения, (м^3).

Он определяется, как разность между объёмом помещения и объёмом, занимаемым производственным оборудованием. Если свободный объём помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80% геометрического объёма помещения.

Кратность воздухообмена производственных помещений обычно составляет от 1 до 10 (большие значения для помещений со значительными выделениями теплоты, вредных веществ или небольших по объему). Для цехов литейных, кузнечно-прессовых, термических, сварочных производств кратность воздухообмена составляет 5-10, для цехов машиностроения и приборостроения – 1-3.

3Контрольные вопросы:

1. Что такое воздухообмен?
2. Что такое кратность воздухообмена?
3. Что такое кратность воздухообмена с точки зрения измеряемого показателя?
4. Что такое вентиляция? Какой она может быть?
6. Как определяется потребный воздухообмен при общеобменной вентиляции?
7. Каким должен быть расход воздуха на одного работающего?

Практическая работа № 18
«Оформление наряда-допуска к работам на электрифицированном участках»

Задание: Произвести оформление наряда-допуска к работам на электрифицированном участке по вариантам. Студент выбирает в соответствии с номером положения фамилии в учебном журнале вариант своей работы: 1 вариант - нечетный номер, 2 вариант – четный. 1 вариант - заполните бланк наряда-допуска ясно, конкретно и четко, в соответствии с порядком заполнения (Приложение 2). Опираясь на раздел I "Наряд", II"Допуск". Исправления текста не допускаются; 2 вариант - заполните журнал учета выдачи нарядов-допусков на производство работ повышенной опасности или совмещенных работ (Приложение 3). Письменно ответить на контрольные вопросы и сделать вывод о проделанной работе.

Порядок оформления и выдачи нарядов-допусков

1. Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения заданного объема работ.

В случае невыполнения работы в указанное в наряде-допуске время или изменения условий производства работ работы прекращаются, наряд-допуск закрывается, возобновление работ разрешается только после выдачи нового наряда-допуска.

2. На каждую бригаду (звено), участвующую в производстве работ повышенной опасности, наряд-допуск должен оформляться в 2 экземплярах (один находится у лица, выдавшего наряд-допуск, другой выдается ответственному руководителю работ).

Бланк наряда-допуска должен быть заполнен ясно, конкретно и четко, в соответствии с порядком заполнения (Приложение 2). Исправления текста не допускаются.

3.При выполнении работ на территории действующего предприятия лицо, выдающее наряд-допуск от организации, учитывая имеющиеся или могущие возникнуть опасности (постоянно и потенциально опасные производственные факторы), а также в соответствии с определенными актом-допуском мероприятиями, выписывает наряд-допуск в 3 экземплярах (третий экземпляр выдается ответственному лицу действующего предприятия), согласовав меры безопасности и порядок производства работ с ответственным лицом действующего предприятия (цеха, участка).

4. Для выполнения работ в охранной зоне линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций организация обязана подать заявку предприятию, эксплуатирующему эти сооружения, с указанием вида, характера, места, времени начала и окончания работ, а также список ответственных руководителей, ответственных исполнителей работ и лиц, имеющих право выдачи нарядов-допусков, с указанием фамилий, инициалов, должностей и групп по электробезопасности и получить письменное разрешение на право производства работ.

5. Наряд-допуск на производство работ в охранной зоне воздушной линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций должен быть утвержден руководителем (главным инженером, техническим директором) организации и подписан лицом, ответственным за эксплуатацию линии со стороны владельца.

В подразделениях, выполняющих указанные работы и расположенных на расстоянии более 50 км от своих организаций, наряд-допуск утверждает руководитель подразделения или другой ответственный руководитель (специалист), прошедший соответствующее обучение и уполномоченный на это приказом по организации.

6. Количество нарядов-допусков, выдаваемых одновременно одному ответственному руководителю работ, определяется лицом, выдающим наряд-допуск, исходя из физической возможности выполнения ответственным руководителем своих обязанностей.

При этом у ответственного руководителя работ не должно быть более трех незакрытых нарядов-допусков одновременно.

7. Ответственному исполнителю работ может быть выдан только один наряд-допуск.

8. По окончании смены, а также при перерывах в работе на праздничные дни и дни отдыха ответственный исполнитель работ обязан передать наряд-допуск ответственному руководителю работ на хранение.

При возобновлении работ ответственный руководитель обязан лично убедиться в том, что условия их производства не изменились, и только после этого возвратить наряд-допуск ответственному исполнителю работ. Возобновление работ без наряда-допуска запрещается.

9. Срок хранения закрытого наряда-допуска - 30 дней.

10. Выдача и возврат нарядов-допусков регистрируются в журнале учета выдачи нарядов-допусков на производство работ повышенной опасности или совмещенных работ (Приложение 3). Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью организации.

Журналы, чистые бланки и закрытые наряды-допуски должны храниться у лица, выдающего их.

Срок хранения журнала - 6 мес. с момента последней записи.

11. Ответственный руководитель работ не имеет права принимать наряд-допуск, осуществлять допуск бригады (звена) к работе если характер и условия работ, меры безопасности не отражены в наряде-допуске в требуемом объеме или не соответствуют правилам безопасности. За отказ принять наряд-допуск и осуществить допуск персонала в указанных случаях он ответственности не несет.

Ответственный исполнитель работ не имеет права получать наряд-допуск и начинать работу бригады (звена), если характер и условия работ, меры безопасности не соответствуют действующим правилам и инструкциям по безопасности труда или не отражены в наряде-допуске в требуемом объеме. За отказ получить наряд-допуск и приступить к работе он ответственности не несет.

Примечание. Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах (1-й находится у лица, выдавшего наряд, 2-й - у ответственного руководителя работ).

При работах на территории действующего предприятия наряд-допуск оформляется в 3 экземплярах (3-й экземпляр выдается ответственному лицу действующего предприятия).

Порядок заполнения наряда-допуска (Приложение 3):

1. "Наряд"

Пункт 1. При наименовании работ следует избегать обобщенных названий и конкретно указывать вид работ, выполняемый по данному наряду-допуску. Члены бригады (звена) обязаны выполнять только указанную в наряде работу. При необходимости выполнить какие-либо дополнительные работы необходимо выписать другой наряд-допуск. Место работы указывается по конкретным, реально имеющимся на месте производства работ ориентирам. Нахождение в указанной зоне членов бригады разрешается только в присутствии ответственного исполнителя или, при его отсутствии, ответственного руководителя работ. При невозможности выполнения этого условия бригады из указанной опасной зоны должны быть выведены.

Пункт 2. Указываются материалы, инструменты, приспособления, оборудование и защитные средства, применяемые при выполнении указанных в п. 1 работ. При этом необходимо обратить особое внимание на материалы, инструменты, приспособления и оборудование, которые сами по себе могут стать источником опасности (горюче- и взрывоопасные материалы, электрифицированный, пневматический и пиротехнический инструмент, инструменты с острыми рабочими кромками, оборудование, имеющее открытые вращающиеся и движущиеся рабочие органы, и т.д.)

Пункт 3. При перечислении мероприятий, проводимых в целях безопасности работ, необходимо обратить особое внимание на мероприятия, предотвращающие воздействие на работников внешних, не связанных непосредственно с выполняемой работой опасностей, из-за которых данная работа отнесена к категории работ

повышенной опасности. К ним в первую очередь относятся установка защитных и сигнальных ограждений, экранов, средств сигнализации, устройство защитных покрытий и т.п. При выполнении работ на территории действующего предприятия в этот пункт необходимо внести мероприятия, указанные в акте-допуске.

Пункт 4. В особых условиях наряда-допуска указываются источники внешних опасных факторов и опасных факторов, которые могут появиться во время работы, а также их местонахождение. Здесь же указывается действующее оборудование, находящееся в зоне производства работ или вблизи нее.

Пункт 5. При указании времени начала и окончания работ необходимо учитывать, что работники могут находиться в зоне работ только в указанное время и только в присутствии ответственного исполнителя или руководителя работ.

Пункт 6. Наряд-допуск имеет право выписывать и выдавать только ответственный работник, назначенный приказом организации.

Пункт 7. Ответственный руководитель работ перед подписанием наряда-допуска должен ознакомиться с записями в наряде, имеющейся нормативной и технической документацией, оценить полноту мер по обеспечению безопасных условий работ и, при необходимости, уточнить и дополнить их.

Пункт 8. При выполнении работ на территории действующего предприятия лицо, выдающее наряд-допуск, вместе с ответственным руководителем работ согласовывает мероприятия по обеспечению безопасности труда и порядок производства работ с ответственным лицом действующего предприятия и получает его подпись. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная "*", не заполняется.

2. "Допуск"

Пункт 10. Перед началом работ ответственный руководитель работ, а при выполнении работ на территории действующего предприятия - его ответственное лицо проводит инструктаж членов бригады (звена), в котором, помимо мер безопасности по выполняемой работе, указывают меры безопасности по предотвращению травмирования от внешних опасных и вредных факторов, местонахождение источников опасности, проходы в зону производства работ и в самой зоне. Кроме того, рассказывается о порядке действия работников в аварийных и чрезвычайных ситуациях, разъясняется порядок производства работ. Рабочие знакомятся с необходимой нормативно-технической документацией, ППР, ТК. По окончании инструктажа ответственный руководитель работ опросом проводит проверку полноты усвоения материала, при необходимости поясняет некоторые мероприятия по организации и безопасному производству работ. Проведение целевого инструктажа подтверждается подписью в наряде-допуске.

Пункт 11. Фамилии и профессии рабочих, получивших инструктаж, четко, без исправлений записываются в соответствующую графу наряда-допуска. Каждый работник росписью подтверждает проведение инструктажа. Какие-либо исправления или дописки не допускаются.

Пункт 12. При выполнении работ на территории действующего предприятия ответственное лицо предприятия проверяет рабочее место, условия труда и выполнение мер безопасности, указанных в наряде-допуске, допускает рабочих на место работ и ставит свою подпись в наряде-допуске. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная звездочкой "*", не заполняется. Ответственный руководитель работ совместно с ответственным исполнителем работ проверяют состояние рабочего места, выполнение мер безопасности, устраняют выявленные недостатки и расписываются в наряде-допуске.

Пункт 13. Ответственный руководитель работ проставляет время и дату фактического начала работ и передает один экземпляр наряда-допуска ответственному исполнителю работ, другой - лицу, выдавшему наряд-допуск.

Пункт 14. По окончании работ ответственный исполнитель работ совместно с

ответственным руководителем работ (при выполнении работ на территории действующего предприятия в присутствии ответственного лица предприятия) проверяют выполнение работ, рабочее место, отсутствие посторонних предметов, материалов, инструментов и других факторов, наличие которых может создать аварийную ситуацию, проставляют время и дату фактического окончания работ и ставят свою подпись в наряде-допуске. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная "*", не заполняется. Ответственный исполнитель работ передает закрытый наряд-допуск ответственному руководителю работ. Ответственный руководитель проставляет дату закрытия наряда в журнале учета выдачи нарядов-допусков, ставит свою подпись и передает закрытый наряд-допуск лицу, ответственному за выдачу наряда-допуска.

Содержание отчета:

1. Оформить титульный лист в соответствии с СТП 1.2 – 2005.
2. В практической работе необходимо отразить следующее:

А) Название практической работы.

Б) Цель работы.

В) Задание.

Г) Выполненная работа в соответствии с заданием.

Д) Ответы на практические работы.

Е) Вывод.

Ж) Отчет необходимо оформить в папку.

Контрольные вопросы:

1. Что делается в случае невыполнения работы в указанное в наряде-допуске время или изменения условий производства работ.
2. В скольких экземплярах оформляется наряд-допуск и у кого они должны находиться перед началом работ.
3. Что обязана сделать организация перед выполнением работ в охранной зоне линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций.
4. Кем должен быть утверждён наряд-допуск на производство работ в охранной зоне воздушной линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций.
5. По каким причинам ответственный руководитель работ не имеет права принимать наряд-допуск, осуществлять допуск бригады (звена) к работе.

Приложение 2

ФОРМА НАРЯДА-ДОПУСКА
НА ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

_____

(наименование организации, предприятия)

Утверждено:
Гл. инженер _____

НАРЯД-ДОПУСК
на производство работ повышенной опасности

от "__"_____19__ г.

I. НАРЯД

1. Ответственному исполнителю работ _____
с бригадой в составе_____человек произвести следующие работы:

_____
_____
(наименование работ, место проведения)
2. Для производства работ необходимы:
материалы_____;
инструменты_____;
защитные средства_____.
3. При подготовке и выполнении работ обеспечить следующие меры безопасности:_____
(перечисляются основные мероприятия и средства

_____
по обеспечению безопасности труда)

_____
_____
4. Особые условия _____
5. Начало работы в____ч_мин._19__ г. Окончание
работы в_____ч____мин._____19__ г.
Режим работы _____
(одно-, двух-, трехсменный)
6. Ответственным руководителем работ назначается

_____
(должность, Ф.И.О.)
7. Наряд-допуск выдал _____
(должность, Ф.И.О., подпись)
8. Наряд-допуск принял:
ответственный руководитель работ _____
(должность, Ф.И.О., подпись)
9. Мероприятия по обеспечению безопасности труда и порядок производства работ согласованы <*>: _____
(должность, Ф.И.О., подпись

_____
ответственного лица действующего предприятия (цеха, участка))

II. ДОПУСК

10. Инструктаж о мерах безопасности на рабочем месте в соответствии с инструкциями _____

_____
(наименование инструкции или краткое содержание инструктажа)
провели:
ответственный руководитель работ _____
(дата, подпись)
ответственное лицо действующего предприятия (цеха, участка) <*> _

_____
(дата, подпись)
11. Инструктаж прошли члены бригады:

Фамилия, имя, отчество	Профессия, разряд	Дата	Подпись прошедшего инструктаж

12. Рабочее место и условия труда проверены. Меры безопасности, указанные в наряде-допуске, обеспечены.
Разрешаю приступить к работам <*>_____
(должность, Ф.И.О.

_____
допускающего к работе - представителя действующего предприятия, дата и подпись)
Ответственный руководитель работ _____
(дата, подпись)
Ответственный исполнитель работ _____
(дата, подпись)
13. Работы начаты в___ ч____мин._____19__ г.
Ответственный руководитель работ _____
(дата, подпись)
14. Работы окончены, рабочие места проверены (материалы, инструменты, приспособления и т.п. убраны), люди выведены.
Наряд закрыт в____ч____мин._____19__ г.
Ответственный исполнитель работ _____
(дата, подпись)
Ответственное лицо действующего предприятия <*> _____
(дата, подпись)

<*> Оформляется подписью только при выполнении строительно - монтажных работ на территории (в цехе, на участке) действующего предприятия.

Приложение 3

Журнал учета выдачи нарядов-допусков на производство работ повышенной опасности или совмещенных работ

Номер наряда-допуска. Дата выдачи	Наименование организации, получившей наряд-допуск, характер работ (повышенной опасности или совмещенные	Сроки выполнения работ по наряду-допуску		Фамилия, инициалы и подпись лица, выдавшего наряд-допуск	Фамилия, инициалы и подпись лица, получившего наряд-допуск	Дата закрытия наряда-допуска	Подпись ответственного руководителя работ	Примечание
		начало	окончание					

Практическая работа № 19

«Оформление проведения инструктажей»

Виды инструктажей работников по охране труда, порядок их проведения и оформления

Все виды инструктажей следует считать элементами учебы. При инструктаже особое внимание надо уделять рабочим со стажем до 1 года, а также опытным рабочим с большим стажем. Эти категории рабочих наиболее подвержены травматизму. В первом случае - из-за неопытности, во втором - из-за чрезмерной самоуверенности. Разбор несчастных случаев, проработка приказов есть также своеобразная форма обучения. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяют на:

1) вводный;
2) первичный на рабочем месте;
3) повторный;
4) внеплановый;
5) целевой.

Вводный инструктаж и первичный на рабочем месте проводятся по утвержденным программам.

Вводный инструктаж

Вводный инструктаж по безопасности труда проводит инженер по охране труда или лицо, на которое возложены эти обязанности, со всеми вновь принимаемыми на работу не зависимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, а также учащимися в учебных заведениях. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу или контрольном листе. Проведение вводного инструктажа с учащимися регистрируют в журнале учета учебной работы.

Первичный инструктаж

Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте до начала производственной деятельности проводит непосредственный руководитель работ по инструкциям по охране труда, разработанным для отдельных профессий или видов работ:

- со всеми работниками, вновь принятыми в организацию, и переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующей организации;
- со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, участках.

Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж не проходят.

Перечень профессий и должностных работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель организации по согласованию с профсоюзным комитетом и службой охраны труда. Все работники, в том числе выпускники профтехучилищ, после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение первых 2 - 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) пройти стажировку по безопасным методам и приемам труда на рабочем месте под руководством лиц, назначенных приказом (распоряжением) по предприятию (подразделению, цеху, участку и т.п.). Ученики и практиканты прикрепляются к квалифицированным специалистам на время практики.

Повторный инструктаж

Повторный инструктаж проходят все работающие, за исключением лиц, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, не зависимо от их квалификации, образования и стажа работы не реже чем через 6 месяцев. Его проводят с целью проверки знаний правил и инструкций по охране труда, а также с целью повышения знаний индивидуально или с группой работников одной профессии, бригады по программе инструктажа на рабочем месте. По согласованию с соответствующими органами государственного надзора для некоторых категорий работников может быть установлен более продолжительный (до 1 года) срок прохождения повторного инструктажа.

Повторный инструктаж проводится по программам первичного инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж

Внеплановый инструктаж проводится:

• при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;

• при изменении, технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

• при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

• по требованию органов надзора;

• при перерывах в работе - для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, более чем 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин или обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения. Внеплановый инструктаж отмечается в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с указанием причин его проведения.

Внеплановый инструктаж проводит непосредственно руководитель работ (преподаватель, мастер).

Целевой инструктаж

Целевой инструктаж проводится:

• при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха и т.п.);

• при ликвидации последствий аварии, стихийных бедствий, производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы.

Целевой инструктаж проводится непосредственно руководителем работ и

фиксируется в журнале инструктажей и необходимых случаях - в наряде-допуске.

Содержание отчета:

1. Оформить титульный лист в соответствии с СТП 1.2 – 2005.
2. В практической работе необходимо отразить следующее:

А) Название практической работы.

Б) Цель работы.

В) Задание.

Г) Выполненная работа в соответствии с заданием.

Д) Ответы на практические работы.

Е) Вывод.

Ж) Отчет необходимо оформить в папку.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды инструктажей.
2. Укажите виды построения вводного инструктажа.
3. Укажите виды построения внепланового инструктажа.
4. Укажите виды построения целевого инструктажа.

Практическая работа № 20

«Контроль запылённости воздуха в рабочей зоне»

С точки зрения чистоты воздуха, особенно в городах, окружающая нас среда не идеальна. А происходит это из-за того, что к наружным (внешним) источникам пыли добавляются еще и внутренние.

Наружные источники — это содержащиеся в атмосферном воздухе выбросы транспорта, промышленных предприятий, частицы почвы и песка, пыльца, микроорганизмы, насекомые, которые заносятся в помещения через форточки и двери потоками воздуха и людьми.

В среднем частицы пыли имеют размеры от 0,1 до 100 мкм.

В воздухе помещений преобладают пылевые частицы размером от 0,4 до 3,2 мкм, причем частицы меньше 1 мкм составляют от 85 до 99,9 % и практически постоянно находятся в воздухе, а крупные частицы размером 10-100 мкм оседают на поверхностях.

Учитывая известное вредное действие пыли в воздухе на организм, важнейшим фактором обеспечивающим нормальные условия труда является своевременное определение запылённости воздуха в рабочей зоне.

На рабочих местах концентрацию пыли измеряют в зоне дыхания. В случае невозможности такого отбора воздуха, его отбирают (определяют запылённость) путём максимального приближения к зоне дыхания воздухозаборного отверстия пылесборника, но не далее 1-1,5 м на высоте 1,5 м от пола (почвы). Если рабочее место не нестационарное, то измерение концентрации пыли проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится более 50% времени за смену. Зона дыхания - пространство в радиусе до 50 см от лица работающего. Длительность измерения максимально разовых концентраций должна составлять 30 мин. При уровнях запыленности более 10 ПДК допускается отбор нескольких последовательных (не менее трех) разовых проб через равные промежутки времени.

Методы определения (оценки) запылённости воздуха разделяют на две группы:

- Первая группа предполагает выделения дисперсной фазы аэрозоля (пылевых частиц) весовым методом (гравиметрическим) или счётным (кониметрическим).
- Вторая группа предполагает выделение дисперсной фазы из аэрозоля одним из принципов: фотометрический, радиоизотопный, фотоэлектрический, оптический, акустический, электроиндукционный.

При *весовом методе* определения запылённости воздуха используется электроаспиратор ЭА-30. Для отбора проб рекомендуется использовать Аспиратор А-822 или автоматический одноканальный пробоотборник АПП-6-1. Запылённость определяется в мг/м^3.

Для более тщательного исследования запылённости применяют другой метод – *счётный метод*, так как не редко в сложных производственных условиях большое значение имеет не только концентрация пыли, выраженная в мг/м^3, но и количество пылевых частиц (выражается числом пылинок в 1 см^3 воздуха), и степень их дисперсности. Такие сведения о запылённости воздуха необходимы (например, в фармацевтике, гигиенических и медицинских исследованиях) и др.

Счетный метод позволяет определить общее количество пылевых частиц в единице объема воздуха и соотношения их размеров. Для этого пыль, содержащуюся в определенном объеме воздуха, осаждают на стекло, покрытое прозрачной клейкой пленкой, под микроскопом определяют форму, количество и размеры

пылевых частиц.

Счетный метод считается вспомогательным к весовому и применяется чаще всего в гигиенических исследованиях, фармацевтике и высокоточных работах (например, при изготовлении микросхем) и др.

Фотометрический метод предполагает определение запылённости воздуха с помощью фотопылимеров – приборов, принцип действия которых основан на измерении интенсивности светового потока, проходящего через запылённый воздух, легко и быстро определяется концентрация пыли в воздухе. Этот метод сильно уступает в точности измерения весовому методу.

Радиоизотопный метод осуществляется радиометрическими приборами, принцип действия которых основан на определении степени поглощения альфа-излучения отобранной на фильтр пробы. Концентрацию пыли определяют по степени ослабления радиоактивного излучения через слой накопленной пыли (концентратомер радиоизотопный «ПРИМА» модели 01 и 03). Погрешность измерений составляет ±30%.

Фотоэлектрический метод основан на принципе измерения ослабления параллельного пучка световых лучей, проходящего через слой запылённого воздуха с помощью фотоэлемента и гальванометра.

Оптический метод основан на осаждении пылевых частиц из воздуха на фильтре и последующем определении оптической плотности осаждённого пылевого облака. Для этого используется денсиометрический переносной пылемер ДПВ-1.

Акустический метод основан на измерении параметров акустического поля при наличии частиц пыли в пространстве между источником и приёмником звука. Потери ультразвуковой энергии обусловлены влиянием взвешенных твёрдых частиц. Недостаток метода – сложность измерительной аппаратуры.

Электроиндукционный метод определения запылённости воздуха проводится анализатором пыли Пылемером ИКП-5. Принцип действия прибора основан на периодической принудительной зарядке частиц пыли в поле короткого импульсного разряда и последующем измерении тока, а также переноса заряженных частиц путём измерения наведённого ими переменного напряжения. Амплитуда напряжения пропорциональна массовой концентрации пыли (мг/м^3).

Промышленностью серийно выпускаются приборы автоматического определения концентрации пыли ИЗВ-1, ИЗВ-3 (измеритель запылённости воздуха), ПРИЗ-1 (переносной радиоизотопный измеритель запылённости), ИКП-1 (измеритель концентрации пыли), ПРИМА-01 и -03 (концентратомер радиоизотопный) и др.

Практическая часть.

Определение допустимого времени (экспозиции) работы без СИЗ в зависимости от запылённости воздуха в рабочей зоне

Задание 1. Определить экспозицию допустимого времени работы при заданных видах пыли и её концентрации.

Определение экспозиции осуществляется по номограмме (рис. 7.1), где по оси абсцисс «х» приведено искомое (допустимое) время работы в часах, а по оси ординаты «у» откладывается величина превышения ПДК пыли в процентах (х% ПДК).

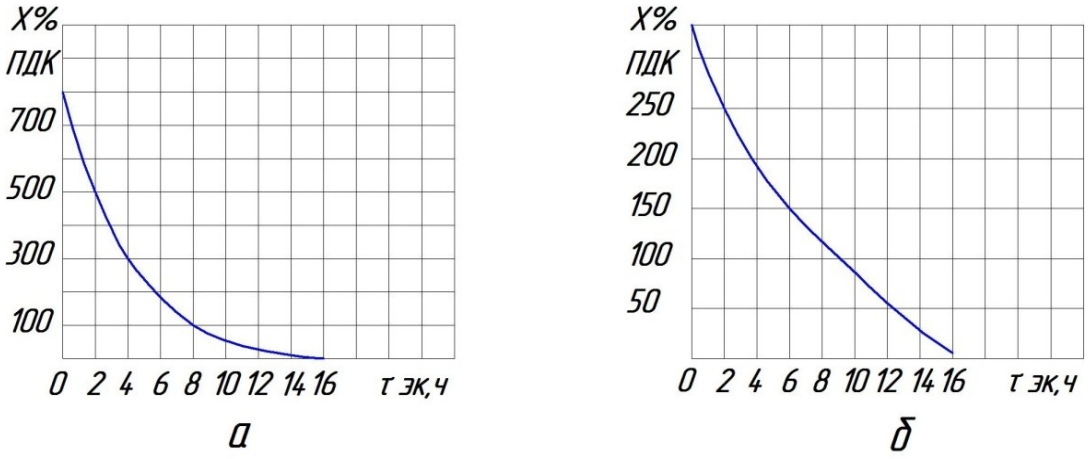


Рисунок 7.1 – Монограммы допустимой экспозиции $\tau_{эксп}$ от содержания пыли в рабочей зоне:
а-нетоксичная пыль, б-токсичная пыль

Процент превышения ПДК при известной (фактической) запылённости воздуха определяют по формуле:

$$x = \frac{C}{ПДК} * 100 , \% \qquad (2)$$

где: С – известная запылённость, мг/м^3;

ПДК – предельно допустимая концентрация заданного вида пыли (выбирается из таблицы по приложению Б).

Результаты расчетов занесите в таблицу 7.1.

2 Оценка риска взрывоопасности воздуха в рабочей зоне

Задание 2. Определить взрывоопасность определённого вида и концентрации пыли.

Взрываемость определённой запылённости воздуха в мг/м^3 определяют сравнением фактического содержания пыли с нижним пределом взрываемости данной пыли (таблица в Приложении А).

При этом если фактическая концентрация взрываемости при пожароопасной пыли больше нижнего предела взрываемости, то возможен взрыв.

Результаты расчетов занесите в таблицу 7.1.

Задание 3. Определить взрывоопасность определённого вида и концентрации пыли.

Взрываемость определённой запылённости воздуха в мг/м^3 определяют сравнением фактического содержания пыли с нижним пределом взрываемости данной пыли (таблица в Приложении А).

При этом если фактическая концентрация взрываемости при пожароопасной пыли больше нижнего предела взрываемости, то возможен взрыв.

Результаты расчетов занесите в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 Результаты расчетов решения задач

Вид пыли	Концентрация пыли мг/м^3	ПДК, мг/м^3	x	Экспозиция работы без СИЗ	Нижний предел взрываемости, мг/м^3	Вероятность взрыва
Комбикорма сухие	15					
Пыль зерновая	24					
Пыль земляная	10					
Фосфорит	12					
Сено, травяная мука	21					
Сера молотая	2					
Пыль мучная	18					
Алюминий с примесью кремния	10					

Практическая работа № 21

«Определение доз облучения от гамма-излучающих радионуклидов»

Ионизирующее излучение - излучение, воздействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков. Основными источниками ионизирующего излучения являются радионуклиды - разновидности атомов с данным массовым числом и атомным номером. Массовое число нуклида указывается вверху слева от символа химического элемента, например, нуклид стронция ^{90}Sr, нуклид цезия ^{137}Cs.

Активность радионуклидов А - это число самопроизвольных случайных распадов или число испускаемых частиц ΔN в единицу времени Δt: $A = \Delta N / \Delta t$. (1.1)

Единицей активности является Бк (беккерель), 1 Бк = 1 расп/с.

Также единицей активности является Ku (кюри), 1 Ku = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Активность радионуклидов со временем уменьшается по экспоненциальному закону. Изменение активности описывается формулой $A_t = A_0 \exp(-0,693\ t / T_{1/2})$, (1.2)

где A_t - активность радионуклида по прошествии времени t;

A_0 - активность радионуклида в начальный период (t = 0); t - время;

$T_{1/2}$ - период полураспада, т.е. время в течение которого распадается половина радиоактивных атомов.

Если $t = T_{1/2}$, то $A_t = A_o / e^{0,693} = A_o / 2$.

Период полураспада у некоторых радионуклидов составляет несколько суток, а у некоторых - годы (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Радиобиологические свойства радионуклидов

Нуклид	Эффективная энергия Еэф	Гамма постоянная Kγ,	Период полураспада $T_{1/2}$, сут	Критический орган	Доля нуклида, попадающая в рассматриваемый орган		Период полувыведения из организма $T_{B/2}$, сут
					При заглатывании f3	При вдыхании fвд	

^{60}CO	1,5	6,75	$1,9\cdot10^{3}$	Все тело Печень	0,3 0,001	0,45 0,02	9,5 9,5
^{131}J	0,41	1,69	8	Все тело Щитовид железа	1,0 0,3	0,75 0,23	138 138
^{137}Cs	0,59	3,19	$1,1\cdot10^{4}$	Все тело	1,0	0,75	70
^{226}Ra	110	9,36	$5,9\cdot10^{5}$	Все тело	0,3	0,4	$8,1\cdot10^{3}$
^{90}Sr	1,1	2,94	$1\cdot10^{4}$	Скелет	0,3	0,12	$1,8\cdot10^{4}$
^{235}U	46	0,51	$2,6\cdot10^{11}$	Все тело Кости Почки	$1\cdot10^{4}$ $0,1\cdot10^{-5}$ $1,1\cdot10^{-5}$	0,25 0,028 0,028	100 300 15

Экспозиционная доза

Экспозиционная доза является качественной характеристикой фотонного излучения (рентгеновского и гамма-излучения), она определяется по ионизации воздуха, т.е. когда поглощенная энергия в некотором объеме воздуха равна суммарной кинетической энергии электронов и позитронов, образованных фотонным излучением в том же объеме.

Непосредственно измеряемой физической величиной при определении экспозиционной дозы γ-излучения является электрический заряд ионов одного знака, образованных в воздухе за время облучения:

$D_{эксп} = Q / m$, (1.3)

где $D_{эксп}$ - экспозиционная доза, Кл/кг;

Q - полный заряд ионов одного знака, Кл;

m - масса объема воздуха, кг.

Внесистемной единицей экспозиционной дозы является рентген (Р), 1 Р = 0,285 мКл/кг.

Поглощенная доза

Поглощенная доза характеризует изменения, происходящие в облучаемом веществе (воздухе, воде, дереве, железе и т.д.). Поглощенная доза - это энергия, передаваемая веществу массой в одну единицу:

$$D_{погл} = E / m , \quad (1.4)$$

где $D_{погл}$ - поглощенная доза, Дж/кг;

E - энергия ионизирующего излучения, поглощенная облучаемым веществом, Дж;

m - масса облучаемого вещества, кг.

В системе СИ поглощенная доза измеряется в Гр (грей): 1 Гр = 1 Дж/кг.

В практике часто используется специальная единица поглощенной дозы - рад. Один рад соответствует такой поглощенной дозе, при которой количество энергии, выделяемой одним граммом любого вещества, равно 0,01 Дж, т.е. 1рад = 0,01 Дж/кг =0,01Гр .

Поглощенная доза связана с экспозиционной дозой следующим соотношением:

$D_{погл} = D_{эксп} \cdot K_1$, (1.5)

где K_1 - коэффициент, учитывающий вид облучаемого вещества (воздух, вода и т.п.), т.е. учитывающий отношение энергии, поглощенной данным веществом, к электрическому заряду ионов, образованных в воздухе такой же массы.

При экспозиционной дозе в 1 Р энергия γ-излучения, расходуемая на ионизацию 1 г воздуха, равна 0,87 рад, т.е. для воздуха K_1 = 0,87 рад/Р = 0,87 ·0,01 Дж/кг = 0,87 ·0,01 Гр/Р .

В целом для организма человека при облучении от γ-источника коэффициент K_1 = 1 рад/Р = 0,01 Гр/Р.

Эквивалентная доза

Эквивалентная доза учитывает не только энергию, передаваемую веществу, но и те биологические эффекты, которые производит проникающая радиация в теле человека: $D_{экв} = D_{эксп} \cdot K_1 \cdot K_2$, (1.6)

где $D_{экв}$ - эквивалентная доза, Зв;

K_2 - коэффициент качества облучения.

Для рентгеновского и γ излучения коэффициенты K_1 = 1 рад/Р, K_2 = 1 бэр/рад.

Мощность дозы и доза

Мощность экспозиционной, поглощенной или эквивалентной дозы $\dot{D}$ характеризуется дозой, полученной в единицу времени, т.е. $\dot{D} = \frac{\Delta D}{\Delta t}$ (1.7)

где Δ D - приращение дозы за промежуток времени Δ t.

Мощность экспозиционной дозы $\dot{D}_{эксп}$ измеряется в системе СИ в Кл/(кг· с) ; внесистемными единицами являются Р/с, Р/ч, мР/ч, мкР/ч и др.

Мощность поглощенной дозы $\dot{D}_{погл}$ в системе СИ измеряется в Гр/с, мкГр/с, аГр/с и т.д.

Мощность эквивалентной дозы $\dot{D}_{экв}$ измеряется в системе СИ в Зв/с, мЗв/ч, мкЗв/ч; внесистемными единицами являются бэр/с, бэр/ч и т.д.

Для измерения мощности дозы применяются различные приборы, имеющие ионизационные камеры, камеры с люминесцирующим веществом, химические системы и др.

По измеренным значениям мощности дозы можно определить годовую эквивалентную дозу облучения (если мощность дозы не меняется во времени): $D_{экв\,год} = \dot{D}_{экв} \cdot t$,

(1.8)

где t - время воздействия ионизирующего излучения.

Для измерения дозы ионизирующего излучения применяются приборы - дозиметры. Сравнительная простота измерения ионизации воздуха привела к тому, что большинство дозиметрических приборов фиксируют экспозиционную дозу.

Условия безопасной работы с радиоактивными веществами регламентированы Нормами радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87.

Радиационному воздействию могут подвергаться не только лица, непосредственно работающие с радиоактивными веществами, но и население, поэтому нормами НРБ-76/87 установлены предельно допустимые уровни облучения в зависимости от категории облученных лиц и группы критических органов.

ПДД для категории А (профессиональные работники, постоянно или временно работающие непосредственно с источниками ионизирующих излучения) составляет 5 Р/год.

Определение доз облучения от точечных источников гамма-излучения

Величина мощности экспозиционной дозы от точечного источника прямо пропорциональна активности радионуклида и обратно пропорциональна квадрату расстояния до него. Кроме этого, разные радионуклиды при одинаковой активности создают разную величину экспозиционной дозы, что учитывается гамма-постоянной:

$$\dot{D}_{эксп} = \frac{K_\gamma \cdot A}{R^2}, \qquad (1.9)$$

где $\dot{D}_{эксп}$ - мощность экспозиционной дозы, Р/ч;

K_γ - гамма-постоянная радионуклида, Р·см ^{2} / (ч ·мКu) табл. 1.1;

A - активность радионуклида, мКu;

R - расстояние от точечного радионуклида до места измерения, см.

Мощность дозы, а следовательно и доза, уменьшаются с увеличением квадрата расстояния (по зависимости 1.9), поэтому требуемое расстояние $R_{пдд}$ (м) можно вычислить по отношению

$$R_{пдд} = \sqrt{\frac{\dot{D}_{экв} \cdot R^2}{ПДД}}, \qquad (1.10)$$

Определение уровня риска от облучения

Уровень риска это вероятность неожиданных последствий какого либо действия за определенный период времени. При ионизирующем облучении количественной мерой уровня риска является вероятность заболевания или гибели человека. Воздействие ионизирующего излучения на человека, в этом случае, принимается беспороговым, т.е. чем больше доза облучения, тем выше риск заболевания.

Для персонала, работающего с источниками ионизирующих излучений (категории А), при дозе облучения равной предельно допустимой (5 бэр/год) значение уровня риска принято равным $r_а = 8{,}25 \cdot 10^{-4}$ (чел ·год) $^{-1}$. Это значит, что в течение года восемь человек из 10 000 заболеют.

Уровень риска $r = 1 \cdot 10^{-3}...1 \cdot 10^{-2}$ (чел · год)$^{-1}$ считается высоким, а $r > 1 \cdot 10^{-2}$ - исключительно высоким.

Безопасным уровнем риска для работников атомной промышленности считается $r_{а.без} = 1 \cdot 10^{-4}$ (чел · год) $^{-1}$, для населения (категории Б) $r_{б.без} = 1 \cdot 10^{-5}$ (чел · год) $^{-1}$.

При облучении всего организма человека уровень риска рассчитывается по формуле:

$$r = 1{,}65 \cdot 10^{-2} \cdot D_{экв\ год}, \qquad (1.11)$$

где r - уровень риска от облучения человека, (чел · год) $^{-1}$;

$D_{экв\ год}$ - годовая эквивалентная доза облучения всего человека, Зв/год;

$1{,}65 \cdot 10^{-2}$ - уровень риска при облучении всего тела человека и получении эквивалентной дозы 1 Зв/год.

Определение доз внутреннего облучения от гамма-излучающих радионуклидов

Радиоактивные вещества могут поступать в организм человека при вдыхании воздуха, загрязненного

радиоактивными веществами, через желудочно-кишечный тракт, а также через кожу. Из-за большого объема легочной вентиляции (20 м^3/сут) и более высокого коэффициента усвоения наиболее опасен первый путь. Количество радионуклидов, поступающих из желудочно-кишечного тракта в кровь, зависит от его вида, например, цирконий Zr и ниобий Nb практически не поступают в кровь (коэффициент резорбции составляет доли процента), висмут Bi - 1%, барий Ba - 5%, кобальт Co и стронций Sr - до 30%, водород и щелочно-земельные вещества - 100%.

Поступления в кровь через неповрежденную кожу в 200-300 раз меньше, чем через желудочно-кишечный тракт. Исключение составляет изотоп водорода - тритий, легко проникающий в кровь через кожу.

По характеру распределения в организме радиоактивные вещества условно разделяются на три группы: равномерно распределяющиеся в организме, отлагающиеся преимущественно в скелете и концентрирующиеся в печени (см. таблицу 1.1). Особое место занимает радиоактивный йод, который селективно отлагается в щитовидной железе.

Мощность дозы, получаемая человеком при внутреннем облучении в общем виде определяется выражением

$$\dot{D}_{экв.вн} = 2{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot A_{уд} \cdot K_{\gamma} \cdot \rho \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2, \qquad (2.1)$$

где $\dot{D}_{экв.вн}$ - мощность эквивалентной дозы в рассматриваемом органе или ткани при внутреннем облучении человека, Зв/ч;

$A_{уд}$ - удельная активность радионуклида в рассматриваемом органе человека, Бк/кг;

K_{γ} - гамма-постоянная радионуклида, Р ·см ^{2}/(ч ·мКu) табл. 1.1;;

ρ - плотность ткани, (р = 1 г/см ^{3});

g - геометрический фактор, см;

K_1 - коэффициент перевода единицы экспозиционной дозы в единицу поглощенной дозы, (K_1 = 0,01 Гр/Р);

K_2 - коэффициент качества облучения, (K_2 = 1 Зв/Гр).

Удельная активность радионуклида $A_{уд}$, Бк/кг рассчитывается по формуле $A_{уд} = \frac{A \cdot f}{m}$,

(2.2)

где А - активность единичного поступления радионуклида в организм человека, Бк; A=mr· Ai (2.3)

mr – масса радионуклида (кг); Ai – активность радионуклида (Ku/кг)

f - коэффициент метаболизма, доля нуклида, попадающая в рассматриваемый орган (см. таблицу 1.1);

m - масса всего тела человека (если радионуклид распространяется по всему телу) или масса органа человека, куда поступает радионуклид, кг.

Годовую дозу внутреннего облучения следует определять с учетом эффективного периода полувыведения нуклидов из организма

$$T_{эф} = \frac{T_{1/2} \cdot T_{B/2}}{T_{1/2} + T_{B/2}}, \qquad (2.4)$$

где $T_{эф}$ - эффективный период полувыведения, сут;

$T_{1/2}$ - период полураспада изотопа, сут;

$T_{B/2}$ - период полувыведения из организма, т.е. время, в течение которого из организма выводится половина имеющегося радиоактивного вещества, сут .

$$D_{экв.вн} = \dot{D}_{экв.вн} \cdot 365 \cdot 24 \quad \text{при } T_{эф} \geq 365 \text{ сут}, \qquad (2.5)$$

$$D_{экв.вн} = \dot{D}_{экв.вн} \cdot T_{эф} \cdot 24 \quad \text{при } T_{эф} < 365 \text{ сут}, \qquad (2.6)$$

где $D_{экв.вн}$ - эквивалентная годовая доза внутреннего облучения, Зв/год;.

$\dot{D}_{экв.вн}$ - мощность эквивалентной дозы внутреннего облучения, Зв/ч;

365· 24 - количество часов облучения в год, ч/год.

ПДД годовой эквивалентной дозы внутреннего облучения составляет 0,05 Зв/год

Практическая часть.

При решение задач обратите внимание на единицы измерения исходных данных.

Задание 1. Оценить опасность облучения оператора гамма-излучением от точечного источника, находящегося на расстоянии R от рабочего места. Вид и активность радионуклида, а также расстояние R выбрать из таблицы 1.2. по варианту. Время работы оператора 36 ч в неделю (1700 ч в год).

Таблица1.2 – Варианты заданий

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вид радионуклида	^{60}Co	^{90}Sr	^{131}J	^{137}Cs	^{236}U	^{60}Co	^{90}Sr	^{131}J	^{137}Cs	^{236}U
Активность А,	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

мКu										
Расстояние R, м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Указания к решению задачи

1. Рассчитайте активность единичного поступления радионуклида в организм человека (перевести в беккерель);
2. Рассчитайте удельную активность радионуклида;
3. Рассчитайте мощность дозы, получаемая человеком при внутреннем облучении;
4. Определите эффективного периода полувыведения нуклидов из организма;
5. Определите годовую эквивалентную дозу внутреннего облучения, Зв/год
6. Сравните полученное значение годовой эквивалентной дозы внутреннего облучения с ПДД , и сделайте вывод: во сколько раз доза выше или ниже ПДД.

Контрольные вопросы

1. Что такое ионизирующее излучение?
2. Что представляют собой радионуклиды?
3. Что такое активность радионуклидов? Единицы измерения.
4. Что такое период полураспада? Чему он может быть равен?
5. Что такое экспозиционная доза, как она определяется?
6. Что характеризует поглощенная доза?
7. Какие параметры учитывает эквивалентная доза?
8. Какие приборы применяются для измерения дозы ионизирующего излучения?
9. Чему равна величина мощности экспозиционной дозы от точечного источника?
10. Как определяется уровень риска при ионизирующем излучении? Что является количественной мерой уровня риска?
11. Как радиоактивные вещества могут поступать в организм человека? Какой путь наиболее опасен?
12. На какие группы разделяются радиоактивные вещества по характеру распределения в организме?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» выполняется по варианту, номер которого определяется в соответствии с цифрой учебного шифра и состоит из решения одной задачи.

Оценить соответствуют ли параметры микроклимата на рабочем месте требованиям СанПиН 2.2.4.548-96, если фактические параметры соответственно равны: температура рабочей зоны – $t_{рз}$,°С; относительная влажность – *w*, %; скорость движения воздуха – *V*, м/с; энергозатраты на выполнение работ – *Эз*, Вт; температура наружного воздуха – $t_{н}$.,°С; продолжительность пребывания на рабочем месте *Т,* в часах. Предложить мероприятия по обеспечению здоровых и безопасных условий труда. Варианты исходных данных для выполнения задачи даны в табл. 1.

Таблица 1. Варианты исходных данных

Вариант	Рабочее место	$t_{рз}$, ^{0}С	w, %;	V, м/с	Эз, Вт	$t_{н}$., ^{0}С	Т, ч
1	Шлифование стен	22	75	0,1	245	-2	4,5
2	Малярные работы	24	65	0,2	230	+10	8
3	Внутренние отделочные работы	19	62	0,3	193	-12	7
4	Оператор каменно - дробильной установки	18	74	0,4	215	+6	5
5	Водитель КамАЗа	23	56	0,5	234	+2	3,5
6	Водитель землеройно-транспортной машины	26	73	0,1	198	+18	4
7	Газосварщик	26	58	0,2	270	-7	2,5 непрерывно
8	Оператор экскаватора	28	50	0,3	200	-25	1,5 непрерывно
9	Насосная станция 1-го подъема	26	68	0,4	180	-11	5
10	Хлораторная воды	18	72	0,5	176	+20	5,5
11	Монтажник	27	60	0,1	249	-22	7,5
12	Насосная станция 2-го подъема	20	66	0,2	179	-15	2 с перерывами
13	Электрик	25	74	0,3	238	+15	6,5
14	Учетчик камеральных работ	30	68	0,4	145	-28	8
15	Крановщик	25	72	0,5	256	+16	4,5 с перерывами
16	Внутренние электросварочные работы	20	67	0,1	190	+25	2 непрерывно
17	Шофер ремонтно-строительной машины	24	69	0,2	175	-17	4
18	Внутренние отделочные работы на лесах	22	71	0,3	282	+30	3 с перерывами
19	Штукатур	28	75	0,4	230	-29	2 непрерывно
20	Рабочий по приготовлению мастики	21	50	0,5	225	+1	6 с перерывами

Указания к выполнению:

1. Определить категорию тяжести работ.

Определить оптимальные и допустимые параметры микроклимата табл. Б.2 (прил. Б

2. Сделать выводы и дать рекомендации по нормализациипараметров.
3. Ответ оформить с пояснениями, расчетами, заключением и рекомендациями.

3 Методические указания для выполнения самостоятельной работы студентов

Ознакомиться с теоретической частью и ответить на контрольные вопросы.

Вопросы и задания составлены в соответствии разделами и темами рабочей программы учебной дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда» для удобства при самостоятельной подготовке студентов к учебным занятиям.

Теоретическая часть

1 Введение в дисциплину. Человек и производственная среда.

Цель изучения дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда» – идентификация и оценка уровней воздействия вредных производственных факторов, а также обоснование необходимости применения технических средств и методов защиты работающих для сохранения здоровья и работоспособности.

Производственная санитария (от лат. sanitos – здоровье) – это система организационных, санитарно–гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов до значений, не превышающих допустимые (ГОСТ 12.0.002–14* «ССБТ. Термины и определения»).

Санитария - применение на практике (внедрение) мероприятий, разработанных гигиеной, которые направлены на улучшение здоровья населения, оздоровление окружающей среды и продление жизни человека.

Научной основой производственной санитарии является гигиена труда (от греч. hygyieinos – здоровый). Таким образом, санитария и гигиена происходят от одного и того же слова – здоровье. Здоровье – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков (определение ВОЗ).

Гигиена труда – дисциплина, изучающая трудовую деятельность работающих и производственную среду с точки зрения их возможного влияния на организм работающих и разрабатывающая меры, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение производственно обусловленных и профессиональных заболеваний.

Предметом исследования гигиены труда являются санитарно-гигиенические условия труда. Основной задачей гигиены труда является предупреждение воздействия неблагоприятных факторов на здоровье и трудоспособность работников.

Гигиена труда использует различные методы исследования:

- экспериментальные, методы санитарного, лабораторного обследования и физико-химические методы для исследования условий труда на производстве и оценки эффективности оздоровительных мероприятий;
- физиологические методы(наблюдения) для исследования изменений в организме под влиянием условий труда;
- статистические методы для изучения заболеваемости и травматизма работающих.

Гигиена труда изучает: формы и методы организации труда и отдыха; состояние организма в процессе трудовой деятельности, характер и особенности рабочих движений, положений тела при работе; инструменты и орудия труда, применяемое сырье, технологию процессов, техническое оборудование; готовые и промежуточные продукты, отходы производства с точки зрения их воздействия на работающих и окружающее население; физические, химические и биологические факторы производственной среды и физиологические изменения у работающих под влиянием этих факторов и трудовых процессов. Наряду с практическими мероприятиями по оздоровлению условий труда гигиена труда разрабатывает и научные основы для регламентирования санитарных условий труда на производстве.

Гигиена труда устанавливает гигиенические нормативы, которые служат нормативной базой для производственной санитарии.

Производственная санитария тесно связана со специальными технологическими дисциплинами и организацией производства, а также с медицинскими основами охраны труда (охраной труда, физиологией, психологией труда, эргономикой, безопасностью жизнедеятельности и др.).

Охрана труда – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Безопасность жизнедеятельности – это наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека и окружающей среды.

Эргономика — научная дисциплина, комплексно изучающая закономерности взаимодействия человека с техническими средствами. Т.е. наука, изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах с точки зрения анатомии, антропологии, физиологии, психологии и гигиены в целях создания орудий и условий труда, а также технологических процессов и производственного оборудования, наиболее соответствующих требованиям человеческого организма.

Совместимость человека с машиной определяется его антропометрической, сенсомоторной, энергетической (биомеханической) и психофизиологической совместимостью.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможность обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы.

Сенсомоторная совместимость предполагает учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предполагает учет силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.

Психофизиологическая совместимость должна учитывать реакцию человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины.

Физиология труда – раздел медицины, изучающий функционирование человеческого организма во время трудовой деятельности (утомляемость, работоспособность, установление оптимальных режимов труда).

2 История развития гигиены труда и ПС

Гигиена труда, как самостоятельная научная дисциплина, сформировалась в начале XX столетия, хотя истоки её формирования относятся к периодам истории Древней Греции и Рима. Так, Гиппократ (460–377 гг. до н. э.) писал о болезнях рудокопов, Гален (ок. 200–130 гг. до н. э.) – о поражённых пылью свинца, Плиний Старший (I в. до н. э.) – об отравлениях ртутью и серой.

В XVI в. швейцарский врач и химик Парацельс (1493– 1541) и немецкий врач, геолог и металлург Георгий Агрикола (1494–1555) описали заболевания горняков под названием «Чахотка горняков, каменотёсов, литейщиков». В труде Парацельса «О чахотке и других заболеваниях горнорабочих» показана клиника заболевания, которое сопровождалось лихорадкой, одышкой, кашлем. Ему принадлежит изречение, которое можно рассматривать как идею принципа нормирования, а именно: «Всё есть яд, и всё есть лекарство. Только одна доза делает вещество ядом или лекарством».

Период Средних веков (конец V—XIV вв.) характеризуется полным упадком личной и общественной гигиены. Постоянные войны и низкий культурный и материальный уровень населения служили благоприятной почвой для развития эпидемий.

Вспышки оспы, холеры, тифов, массовое распространение проказы, кожных,

венерических и глазных болезней были характерным явлением для того времени. Пандемия чумы в XIV в., известная под названием «черной смерти», унесла около 25 млн. человек. Однако многие средневековые врачи высказывали ценные мысли в отношении гигиены.

Признанным основоположником профессиональной патологии является итальянский врач, профессор медицины, ректор Падуанского университета Бернардино Рамаццини (1633–1714). В 1700 г. им была издана книга «О болезнях ремесленников (рассуждения)», в которой были описаны болезни шахтёров, позолотчиков, химиков, кузнецов и других ремесленников (более 50 профессий) и представлены в систематизированном виде вопросы гигиены труда в разнообразных профессиях.

Тема охраны труда рабочих в России нашла своё отражение в трудах М.В. Ломоносова, А.Н. Никитина, Д.П. Никольского и др. В трактате «Первые основания металлургии, или рудных дел» (1763) М.В. Ломоносов указывал на необходимость создания безопасных условий труда «горных людей» путём укрепления горных выработок, вентиляции шахт, удаления подземных вод. В трактате были освещены также вопросы организации труда и отдыха «горных людей» и сформулированы принципы профилактики заболеваний.

Автор первой книги по гигиене труда «Болезни рабочих с указанием предохранительных мер» А.Н. Никитин (1793–1858), описавший условия труда 120 рабочих профессий, признается основоположником гигиены труда в России.

Важное место в развитии гигиены труда занимает один из основоположников отечественной гигиены А.П. Доброславин (1842–1889). Его рассуждения о необходимости изучения всех факторов трудового процесса, которые могут оказать влияние на здоровье и работоспособность человека, в полной мере соответствуют научным представлениям сегодняшнего дня. Он описал условия труда на табачных фабриках, в шахтах, кессонах, клинику пневмокониозов различной этиологии, отравлений свинцом и сероводородом.

Под руководством первого профессора гигиены Московского Императорского университета Ф.Ф. Эрисмана (1842–1915) в конце XIX столетия группа земских санитарных врачей (Дементьев Е.М., Погожев А.В. и др.) осуществляет санитарное обследование предприятий Московской губернии, в результате которого публикуется многотомный труд под его редакцией. Книга Ф.Ф. Эрисмана «Профессиональная гигиена, или гигиена умственного и физического труда» (1877) по праву считается первым в России оригинальным изданием по гигиене труда.

В развитие гигиены труда внес существенный вклад Г.В. Хлопин (1863–1929). Под его руководством выполнены крупные экспериментальные работы по действию промышленных ядов на организм, физиологии труда (энерготраты), гигиене труда и профессиональной патологии в химической и горнорудной промышленностях.

В послевоенной России вопросы гигиены труда получают своё дальнейшее развитие. Уже на 4–й день после взятия большевиками власти был принят декрет о восьмичасовом рабочем дне и ежегодных отпусках. В 1918 г. утверждается первый «Кодекс законов о труде». В 1919 г. формируется Государственная промышленно–санитарная инспекция. По инициативе крупнейших ученых и организаторов здравоохранения создаются научно–исследовательские учреждения по охране и гигиене труда: в 1923 г. в Москве – Институт по изучению профессиональных заболеваний (Обух В.А.), ныне НИИ медицины труда РАМН,

в этом же году в Харькове – Украинский институт рабочей медицины, в 1924 г. в Петрограде – Институт по изучению профессиональных болезней, в 1925 г. – Государственный научный институт охраны труда (Левицкий В.А., Каплун С.И.).

В 1933 г. правительством и ЦИК было принято постановление «Об организации государственной санитарной инспекции» с после – дующим развертыванием сети комплексных санитарно–эпидемиологических учреждений – санитарно–эпидемиологических станций (СЭС).

В развитии промышленной токсикологии важное место занимают работы Н.С. Правдина

и Н.В. Лазарева.
Н.С. Правдин (1882–1954) – основатель школы промышленных токсикологов в СССР. Им впервые была разработана программа обоснования предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в воздухе промышленных предприятий. Его работы посвящены изучению механизмов действия промышленных ядов, он указывал на необходимость изучения комбинированного действия химических веществ, им впервые дана классификация промышленных ядов.
Н.В. Лазарев (1895–1974) показал значение физико– химических свойств веществ в их токсичности, степени потенциальной опасности промышленных ядов. Он первый в СССР при определении токсичности новых химических веществ предложил использовать расчетные методы. Его справочник «Вредные вещества в промышленности» многократно переиздавался на протяжении 30 лет.
Проблемам производственного микроклимата были посвящены исследования Г.Х. Шахбазяна, М.Е. Маршака, А.Е. Малышевой и др. Были проведены глубокие исследования по изучению механизмов перегревания и охлаждения в нагревающем и охлаждающем микроклиматах, разработка теплозащитных технических мероприятий, средств индивидуальной защиты (СИЗ). В последние годы научные исследования по уточнению отдельных положений в научной концепции теплообмена работающего осуществляются под руководством Р.Ф. Афанасьевой (НИИ медицины труда РАМН).
А.А. Летавет (1893–1984) – основоположник промышленной радиационной гигиены. Под его руководством проведено первое изучение условий труда при работе с радиоактивными веществами, разработаны первые санитарные правила и нормативы в этой области. А.А. Летавет – руководитель с 1948 по 1971 гг. НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. По существу, многие годы он руководил программой научных исследований в СССР в области гигиены труда. Он соавтор первого руководства по гигиене труда, соавтор учебника (1946), основатель журнала «Гигиена труда и профзаболевания», главным редактором которого он был более 25 лет (ныне журнал «Медицина труда и промышленная экология»).

3 Классификация опасных и вредных производственных факторов

Вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию, снижению работоспособности и/или отрицательному влиянию на здоровье потомства.
Опасные производственные факторы (ОПФ) – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти..
В зависимости от экспозиции вредный фактор может стать опасным и привести к травме. Экспозиция – количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора. Например: шум с уровнем более в 75 дБ приводит к неврит слухового нерва, шум с уровнем воздействия 130–150 дБ приводит к разрыву барабанных перепонок.
Рассмотрим в качестве примера воздействие на работающего расплавленного металла. Если человек попадает под его непосредственное воздействие, возникает термический ожог – это приводит к тяжелой травме. В этом случае мы имеем дело с опасным производственным фактором (по определению). Если же человек, постоянно работая с расплавленным металлом, находится под действием лучистой теплоты, излучаемой этим источником, то под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Кроме того, действие инфракрасных лучей вредно влияет на органы зрения – приводит к помутнению хрусталика. Таким образом, во втором случае воздействие расплавленного металла на организм работающего является вредным производственным фактором.
Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека

подразделяют на:
- факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;
- Факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного (одиночного и/или практически мгновенного) относительно высокоинтенсивного воздействия.

Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека подразделяют на: - Факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- Факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные факторы в зависимости от характера воздействия подразделяются на:
- активные - проявляющиеся благодаря заключенной в них энергии (ионизирующие излучения, вибрация и т.п.);
- активно-пассивные - проявляющиеся благодаря энергии, заключенной в самом человеке (примером могут служить опасности скользких поверхностей, работы на высоте, острых углов и плохо обработанных поверхностей оборудования и т.п.).
- пассивные - проявляющиеся опосредствованно, как например, усталостное разрушение материалов, образование накипи в сосудах и трубах, коррозия и т.п.

Активные факторы могут, таким образом быть классифицированы по виду связанной с ними энергии. ГОСТ 12.0.003-2015. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» является основным документом с точки зрения рассмотрения вредных производственных факторов. (введен взамен ГОСТ 12.0.003-74)

Согласно этому ГОСТ ОПиВПФ делятся:

1. По характеру происхождения

1. факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды; Физические факторы – аэрозоли (пыли), шум, инфразвук, ультразвук; вибрация; электромагнитные излучения (лазерное и ультрафиолетовое), ионизирующие излучения, параметры микроклимата, параметры световой среды, невесомость, действия силы тяжести (падения с высоты) .
2. факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;
   Химические факторы – химические вещества, смеси, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), полученные химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа;
3. факторы, порождаемые биологическими свойствами микроорганизмов, находящихся в биообъектах и (или) загрязняющих материальные объекты производственной среды;
   Биологические факторы – микроорганизмы– продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах, патогенные микроорганизмы – возбудители инфекционных заболеваний.
4. факторы, порождаемые поведенческими реакциями и защитными механизмами живых существ (укусы, ужаливания, выброс ядовитых или иных защитных веществ и т.п.);
5. факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);
6. факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего

Психофизиологические ОиВПФ : физические перегрузки (статические, связанные с рабочей позой и динамические - масса подним. груза, стереотипность операций) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение и перенапряжение анализаторов слуха, зрения). Особ лич(плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического опьянения, потеря концентрации внимания работниками и т.п.).

2. По характеру изменения во времени (постоянные, переменные, импульсные)
3. По характеру действия во времени (постоянно или периодически действующие)
4. По характеру действия в пространстве (локализованные в источнике, распространяющиеся вместе с движением воздуха, через производственную среду и т.п)
5. По характеру пространственного распределения (пространственно распределенные; взвешенные или растворенные в воздухе, жидкости).
6. По непосредственности воздействия (непосредственно и опосредовательно воздействующие)
7. По характеру взаимного действия при многофакторном воздействии на организм человека (независимо, суммарно действующие, действие как противоположности и как система)
8. По характеру обнаружения организмом человека (обнаруживаемые и не обнаруживаемые органами чувств человека)

4 Санитарное законодательство

Правовые основы производственной санитарии

Санитарное законодательство – совокупность законов, регулирующих отношения в области охраны здоровья людей от неблагоприятного или опасного влияния факторов среды обитания. Применительно к производственным условиям оно является частью законодательства об охране труда и направлено на сохранение здоровья и защиту работающих от вредных производственных факторов.

Правовую основу производственной санитарии составляют законы, подзаконные и нормативно–правовые акты.

Наибольшей юридической силой обладают законы: Конституция РФ; Трудовой кодекс РФ; ФЗ «О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения»; ФЗ «О обязательном социальном страховании от НС на производстве и профессиональных заболеваний»; «об охране здоровья граждан»

Права и обязанности работников и работодателей в области охраны и гигиены труда.

Права и обязанности работников. Как права, так и обязанности работников в отношении безопасности и гигиены труда исчерпывающе определены в ТК РФ (ст. 21, 214, 219, 220)

Важнейшими из этих прав являются: 1) получать достоверную информацию о состоянии условий на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья и о принятых мерах по защите работника от производственных вредностей и опасностей. В случае отказа работодателя предоставить работнику информацию о состоянии охраны труда на рабочем месте работник вправе обратиться в органы государственного надзора с просьбой об инспектировании его рабочего места и принять личное участие в такой проверке; 2) отказаться от выполнения работ в случае возникновения непосредственных опасностей для жизни и здоровья, предупредив о прекращении работы непосредственного руководителя; 3) отказаться от выполнения вредных или опасных работ, если они не предусмотрены трудовым договором.

К обязанностям работников в области охраны труда относятся:

1) соблюдать требования охраны труда; 2) правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, т.е. одежду и обувь, маски, очки, респираторы; 3) проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работы, проверку

знаний требований охраны труда; 4) немедленно сообщать своим непосредственным или вышестоящим руководителям о любом несчастном случае на производстве и признаках профессионального заболевания, а также о ситуации, которая создает угрозу жизни и здоровью людей. Эта обязанность зафиксирована в ст. 21 ТК РФ как одна из основных обязанностей работника; 5) проходить обязательные медицинские осмотры.

Обязанности и права работодателей. Во-первых, установлено общее требование ко всем работодателям. Они обязаны внедрять современные средства безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний. Во-вторых, в различных статьях ТК РФ (ст. 212 и др.) и в других нормативных актах содержится требование обеспечить работникам здоровые и безопасные условия труда. Это требование детализируется в виде конкретных обязанностей работодателей в различных сферах деятельности, в отношении различных аспектов трудовых отношений. Таких обязанностей зафиксировано около 20.

Тема охраны и гигиены труда изложена в конвенций МОТ, посвященных вопросам охраны труда, в 2010-2013 г.г.: Конвенции МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда», Конвенции МОТ № 174 «О предотвращении крупных производственных аварий», Конвенции МОТ № 176 «О безопасности и гигиене труда на шахтах».

Федеральным законодательством установлены права, обязанности и ответственность гражданина в отношении санитарно-эпидемиологического благополучия страны.

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ (редакция от 3 августа 2018 года N 342-ФЗ) направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условия реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду, в том числе и производственную среду. В статье 25 закона указывается, что «условия труда, рабочее место и трудовой процесс не должны оказывать вредное воздействие на человека».

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека, и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности (статья 1).

В соответствии с Федеральным законом о «Санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» каждый гражданин, имея право на благоприятную среду обитания и возмещения вреда своему здоровью, правомочен получать от властных структур информацию о состоянии среды обитания, осуществлять общественный контроль за ее санитарным состоянием, вносить предложения по улучшению среды обитания. Такими же правами обладают индивидуальные предприниматели и юридические лица.

Каждый гражданин обязан заботиться о здоровье, гигиеническом воспитании и обучении своих детей, соблюдать требования санитарно-эпидемиологического законодательства и не осуществлять действия, его нарушающие. За данные нарушения установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

Среда обитания человека - совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека;

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается посредством:

профилактики заболеваний в соответствии с санитарно-эпидемиологической обстановкой и прогнозом ее изменения;

государственного санитарно-эпидемиологического нормирования, надзора, мониторинга;

сертификация продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для человека;

лицензирования видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека;

государственной регистрации потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, радиоактивных веществ, отходов производства, а также впервые ввозимых на территорию РФ отдельных видов продукции;

мер по своевременному информированию населения о возникновении инфекционных заболеваний и отравлений;

мер по привлечению к ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

"Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, в соответствии с законом РФ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", - нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.

Санитарные нормы подразделяются:

- по степени влияния: на предельно-допустимые и оптимальные нормы;
- по срокам действия: на условно-постоянные и временные нормы;
- по сфере применения: на общегосударственные и местные нормы;
- по обязательности применения: на обязательные (законодательные), т. е. носящие силу закона, и рекомендуемые, которые не имеют законодательной силы, а носят справочный характер. На основе рекомендуемых норм могут разрабатываться различные инструкции, предписания, постановления и другие документы.

Санитарные нормы разрабатываются в централизованном порядке институтами гигиены труда Министерства здравоохранения РФ, специализированными институтами охраны труда, а также институтами Госстроя.

Санитарные нормы и правила регламентируют предельно допустимые значения отдельных неблагоприятных производственных факторов, таких, как шум, вибрация, запыленность, загазованность, и устанавливают обязательные требования, по архитектурно-планировочным решениям исходя из функционального назначения объекта проектирования и безопасной организации работ.

- ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 24 июля1998 г. № 125-ФЗ (с изменениями на 17.03.2018г) устанавливает в Российской Федерации правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Закон регулирует взаимоотношения пострадавших на производстве (застрахованных), работодателей (страхователей) и посредника между ними – страховщика (Фонда социального страхования РФ) по вопросам возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им трудовых обязанностей.

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектах» от 21 июля 1997 г. №т116-ФЗ (новая редакция от 29.07.2018 г.) определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ определяет правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения и работающих с источниками ионизирующих излучений в целях охраны здоровья

Важным звеном санитарного законодательства являются закон РФ «об охране здоровья

граждан» от 22 июля 1993 г № 5487-1. Под нею подразумевается совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского санитарно-гигиенического и противоэпидемиологического характера, направленных на сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни, предоставление ему медицинской помощи в случае утраты здоровья.В целях охраны здоровья граждан, предупреждения инфекционных и профессиональных заболеваний работники отдельных профессий, перечень которых утверждается Правительством Российской Федерации, проходят обязательные при поступлении и периодические медицинские осмотры. Согласно статье 21 этого закона, работодатели несут ответственность за выделение средств на проведение обязательных и периодических медицинских осмотров.

Рассматривая санитарное законодательство, нельзя оставить без внимания Федеральный закон «О предупреждении распространения в Российской Федерации заболевания, вызываемого вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ- инфекции)» от 30 марта 1995 г. № 38-Ф3.

Правовое регулирование в области произ сан. осуществляется также:

- Гражданским кодексом РФ в части, касающейся вопросов возмещения морального вреда, причиненного несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием
- Уголовным кодексом РФ в части, касающейся уголовной ответственности за нарушение требований охраны труда
- Кодексом РФ об административных правонарушениях в части, касающейся административной ответственности за нарушение требований охраны труда
- Налоговым кодексом РФ в части, касающейся отнесения затрат на обеспечение безопасных условий и охраны труда и на улучшение условий и охраны труда

5 Надзор и контроль за соблюдением санитарного законодательства

За соблюдением санитарного законодательства осуществляются следующие виды надзора и контроля:

- государственный;
- ведомственный;
- общественный.

Государственный надзор и контроль осуществляют специально уполномоченные на то службы и агентства, а именно:

- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Положение о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 28.07.2018 № 885. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека является уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно- эпидемиологического благополучия населения и находится в ведении Министерства здравоохранения и социального развития РФ.
- Структура Роспотребнадзора: 1Центральный аппарат 2 Управления Роспотребнадзора по субъектам РФ 3 Центры гигиены и эпидемиологии в субъектах РФ 4 Научно-исследовательские институты 5 Противочумные учреждения 6 Санитарно-эпидемиологические службы министерств и ведомств

Основными задачами государственного санитарно- эпидемиологического надзора в России являются профилактика инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний населения, предупреждение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, а также гигиеническое воспитание и обучение граждан.

Организацию государственного санитарно-эпидемиологического надзора в РФ осуществляют: руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав

потребителей и благополучия человека – главный государственный санитарный врач Российской Федерации, а также главные государственные санитарные врачи по субъектам Российской Федерации, по городам, районам и на транспорте.

Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор) осуществляет контроль за порядком осуществления медико-социальной экспертизы и установлением степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

- Федеральная служба по труду и занятости (Роструд). Положение о Федеральной службе по труду и занятости утверждено постановлением Правительства Российской Федерации 30.06.2004 № 324.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) утверждено постановлением Правительства РФ от 17.06.2004 № 294. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии находится в ведении Министерства промышленности и энергетики РФ.

Ростехрегулирование организует: 1) экспертизу и подготовку заключений по проектам федеральных целевых программ, межгосударственных научно-технических и инновационных программ; 2) экспертизу проектов национальных стандартов; 3) обязательную метрологическую экспертизу содержащихся в проектах нормативных правовых актов РФ требований к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений.

Агентство осуществляет: 1) руководство деятельностью Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов; 2) создание технических комитетов по стандартизации и координацию их деятельности; 3) принятие программы разработки национальных стандартов;

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) утверждена постановлением Правительства РФ от 30.07.2004 № 401. Руководство Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору осуществляет Правительство РФ.

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору является: органом государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии; специально уполномоченным органом в области промышленной безопасности; органом государственного горного надзора; специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы в установленной сфере деятельности; органом государственного энергетического надзора; специально уполномоченным органом в области охраны атмосферного воздуха.

- Государственный надзор за точным и единообразным исполнением законов о труде осуществляют Генеральный прокурор РФ и подчиненные ему органы прокуратуры.

Министерства и ведомства осуществляют ведомственный контроль на подчиненных им предприятиях. К ведомственному контролю относится контроль, осуществляемый службой охраны труда предприятия.

Общественный контроль выполняют профсоюзы или уполномоченные общественные санитарные инспекторы на предприятиях.

6 Ответственность за нарушение требований ПС.

Лица, виновные в нарушении требований произв санитарии, невыполнении обязательств, предусмотренных коллективными договорами, или препятствующие деятельности представителей органов государственного надзора и контроля, а также органов общественного контроля, несут ответственность в соответствии с законодательством РФ. В зависимости от тяжести нарушений наступает дисциплинарная, административная, материальная и уголовная и общественная ответственность.

Дисциплинарная ответственность – это ответственность работника за нарушение им трудовой дисциплины. Общий порядок дисциплинарной ответственности работников регламентируют ТК РФ (ст. 192), Типовые правила внутреннего распорядка на предприятиях.
Основанием для применения дисциплинарного взыскания является дисциплинарный проступок, под которым понимается противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником его трудовых обязанностей.
Административная ответственность – ответственность гражданина или должностного лица за совершение им (умышленно или неумышленно) действия, запрещенного правом, или за бездействие в случае, предписываемом правом, когда такое деяние (действие или бездействие) обладает меньшей степенью опасности, чем преступление; коротко – это ответственность за правонарушение, не влекущее за собой уголовной ответственности.
При административной ответственности лицо, нарушившее правовую норму, обычно не связано отношением служебного подчинения с административным органом, налагающим взыскание. Этим административная ответственность отличается от дисциплинарной ответственности.
Уголовная ответственность – ответственность лица за преступление, совершенное им умышленно (с прямым или косвенным умыслом) или по неосторожности (по легкомыслию или небрежности). Она регламентируется Уголовным кодексом Российской Федерации (УК РФ).
К лицам, совершившим преступление, могут применяться следующие наказания: штраф, лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, исправительные работы, ограничение свободы, арест, лишение свободы на определенный срок.

Материальная ответственность. Она может быть двух разновидностей; предприятия В1 и работающего В2.

Согласно ТК РФ (ст. 232) сторона трудового договора (работодатель или работник) возмещает ущерб, причиненный ею другой стороне, если этот ущерб был причинен в результате виновного противоправного поведения (действия или бездействия). Каждая из сторон трудового договора обязана доказать размер причиненного ей ущерба (ст. 233).
Общественная ответственность. К нарушителю правил охраны труда могут быть применены следующие меры: объявление общественного предупреждения (1),.общественного порицания (2), передача дела на рассмотрение в товарищеский суд (3), постановка вопроса перед администрацией о переводе нарушителя на нижеоплачиваемую должность или понижение его а должности
Помимо этих видов ответственности законодательство предусматривает также ответственность предприятий и организаций за выпуск и поставку продукции не соответствующей требованиям ОТ.

7 Организация работ по ПС.
Для успешной работы по охране труда необходимо осуществление управления охраной труда - это подготовка, принятие и реализация решений по осуществлению, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.
Большая организующая роль в создании и поддержании нормальных и безопасных условий труда на предприятиях принадлежит отделу охраны труда, который находится в непосредственном подчинении главного инженера предприятия. Под контролем этого отдела должны постоянно находится гигиена труда, рациональное освещение, электробезопасность, борьба с пылью и газами, шумом и вибрацией, вентиляция, пожарная безопасность и др вопр. по об без усл труда.
На предприятиях с численностью более 50 работников создается служба охраны труда или

вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.
В организациях со среднесписочной численностью работников (при отсутствии рабочих, занятых на тяжелых и с вредными и опасными условиями труда работах) до 700 человек эти функции могут выполнять отдельные специалисты по охране труда.
В организациях с большей численностью создается бюро охраны труда при штатной численности работников 3 – 5 единиц (включая начальника) или отдел – при штатной численности работников от 6 единиц.
Одной из задач отдела ОТ является проведение инструктажа и обучение рабочих безопасным методам работ.
В организациях с численностью более 10 работников работодателями создаются комитеты (комиссии) по охране труда. В их состав на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов или иного уполномоченного работниками представительного органа.
Комитет (комиссия) по охране труда организует разработку раздела коллективного договора об охране труда, совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок.
Обучение по охране труда работников рабочих профессий
Работодатель обязан в 1 месяца после приема на работу организовать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу.
Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.
Основным документом, регламентирующими проведение инструктажей с работниками является Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13 января 2003 г. N 1/29 (редакция от 30.11.2016 в апреле 2018г представлен новый проект редакции) "Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций". В народе именуемое: «Приказ 1/29».
Еще существует совсем новый ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения». С 01 марта 2017 года он заменил собой ГОСТ 12.0.004-90.
Различают следующие виды инструктажа рабочих: 1) вводный; 2) первичный на рабочем месте; 3) повторный инструктаж; 4) целевой (текущий) инструктаж; 5) внеплановый.
Вводный инструктаж – проводиться с целью ознакомления новичка с общими правилами и требованиями охраны труда на предприятии, правилами внутреннего распорядка (рассматривается все предприятие в целом)
Вводный инструктаж по охране труда проводится со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.
Вводный инструктаж на предприятиях проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом работодателя возложены эти обязанности. Для проведения вводного инструктажа разрабатываются программа и инструкция, которые утверждаются работодателем.
О проведении вводного инструктажа делается запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документы о приеме на работу.
От последующих инструктажей на рабочем месте освобождаются лица, не связанные с обслуживанием, испытанием, наладкой оборудования и инструментом. Составляется Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от инструктажей на

рабочем месте, который утверждается работодателем.
Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте проводится до начала работы руководителем подразделения или по его поручению мастером:
- Со всеми поступающими на работу в подразделение, - С работниками организации, переведенными из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы.
- С командированными работниками сторонних организаций, обучающимися образовательных учреждений, проходящими производственную практику.
Программа инструктажа предусматривает: Ознакомление с устройством оборудования, а также с опасными зонами оборудования и их ограждениями. Порядок подготовки к работе (проверка исправности оборудования, пусковых приборов, заземляющих устройств, инструмента, приспособлений). Порядок применения предохранительных приспособлений. Требования к спецодежде, спецобуви и другим сиз. Случаи производственного травматизма и их причины. Требования безопасности к электрооборудованию, осветительным приборам. Правила безопасности при выполнении работ совместно несколькими рабочими. Меры оказания первой помощи при несчастных случаях, личную гигиену рабочего. Ответственность рабочих за нарушение правил безопасности груда.
Повторный инструктаж по безопасным приемам и методам работы проводится со всеми рабочими независимо от их квалификации и стажа работы по данной профессии через каждые 6 месяцев. С рабочими обслуживающими оборудование повышенной опасности повторный инструктаж проводят не реже одного раза в 3 месяца.
Повторный инструктаж проводит непосредственный руководитель работ.
Целевой(текущий) инструктаж проводят:
- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне организации, цеха и участка) оформляется наряд-допуск;
- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- при проведении экскурсий на предприятии.
- при организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования).
Инструктирование производится непосредственным руководителем работ - мастером, начальником цеха.
Внеплановый инструктаж необходим если:
при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
при нарушении работающими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;
при перерывах в работе: для работ, к которым предъявляют дополнительные повышенные требования безопасности, более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ на 60 дней.
- по требованию органов надзора; по решению работодателя.
При регистрации в личной карточке внепланового инструктажа должна указываться и причина его проведения.
О проведении всех инструктажей делаются отметки в специальном журнале или в индивидуальной карточке (с подписями инструктора и рабочего).

8 Производственный микроклимат

Производственный микроклимат – состояние воздушной среды в закрытых помещениях, характеризующийся температурой, скоростью движения воздушного потока и относительной влажностью воздуха, определённым тепловым излучением (при наличие источников лучистого тепла) и барометрическим давлением.

Температура, скорость движения возд. потока и относительная влажность воздуха, а также лучистый теплообмен определяют тепловой комфорт (дискомфорт) человека, находящегося в воздушной среде.

Спецификой производственного микроклимата является то, что хотя он формируется под влиянием климата местности (особенно при работах на открытом воздухе), но технология, производственный процесс значительно изменяют физические свойства окружающей воздушной среды, создавая своеобразные метеорологические условия на рабочих местах, что особенно проявляется в закрытых помещениях.

В таких помещениях микроклимат зависит, кроме технологии, также от имеющейся системы отопления и вентиляции. В связи с этим микроклимат может быть монотонным, когда его параметры мало изменяются в течение рабочей смены (ткацкие, швейные цеха) или, наоборот, очень динамичным (сталеплавильные, литейные цеха).

Терморегуляция осуществляется химическим и физическим путем. Химическая терморегуляция осуществляется за счет изменения уровня теплообразования, т. е. усиления или ослабления интенсивности обмена веществ в клетках организма.

Физическая терморегуляция осуществляется путем изменения интенсивности отдачи тепла.

Поддержание микроклимата на рабочих местах в пределах гигиенических норм – важнейшая задача ПС.

Микроклиматические (метеорологические) параметры, как каждое в отдельности, так и в различных сочетаниях оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. Для производственных помещений в большинстве случаев характерно суммарное действие микроклиматических факторов. Такое действие может быть синергическим, когда воздействия неблагоприятных факторов усиливают друг друга, или антагонистическими, когда действие одного или нескольких факторов ослабляются или полностью уничтожаются другими.

Температура воздуха – характеризует тепловое состояние микроклимата. Измеряется в градусах Цельсия (□С) или в градусах Кельвина [К]. Температура воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека и производительность его труда. Она является основным фактором раздражающим нервные окончания поверхностных частей тела. От температуры зависят глубина и частота дыхания, скорость циркуляции крови, характер кроветворения, интенсивность окислительных и биохимических процессов. Высокая температура воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров на оптимальных и допустимых уровнях оказывает неблагоприятное влияние на сердечно–сосудистую, центральную нервную систему человека и пищеварения, вызывая нарушение их деятельности. Она вызывает быструю утомляемость организма, приводит к расслаблению тела человека, снижению внимания, а в наиболее неблагоприятных условиях – к перегреву организма (тепловой удар).

Влажность воздуха. Приняты следующие понятия при оценке влажности.

Абсолютная влажность- это содержание водяных паров в определенном объеме воздуха. ($г/м^3$)

Влажность воздуха в рабочей зоне выражают в величинах относительной влажности. Относительная влажность – отношение абсолютной влажности к максимально возможной

при данной температуре. Измеряется в %.

Скорость движения воздуха – усреднённая скорость перемещения воздушных потоков под действием различных побуждающих сил. Измеряется в метрах в секунду (м/с). Скорость движения воздуха внутри производственных помещений вызывается естественной и механической вентиляцией, неравномерным нагревом воздушных масс, возникновением конвекционных воздушных потоков и за счёт возмущения воздушных потоков движущимися и вращающимися машинами, аппаратами, установками и людьми.

Тепловое излучение (инфракрасное излучение) – это периодические электромагнитные колебания с длиной волны 0,76– 1000 мкм (в гигиенической практике – до 30 мкм), которое испускает любое нагретое тело. Инфракрасное излучение подчиняется ряду важных физических закономерностей, установленных для абсолютно чёрного тела, а именно: это тело, полностью поглощающее все падающие на него излучения; тепловой излучатель – это излучатель, имеющий наибольшую мощность излучения при данной температуре для всех волн по сравнению с другими излучателями.

Основные производственные источники излучения – это электрические дуги, плавильные и нагревательные печи, открытое пламя, нагретый металл и др.) имеют температуру до 500 ^{0}С, а максимум излучения которых колеблется от 0,7 до 7 мкм.

Важнейшей характеристикой воздушной среды является барометрическое давление. Работа при пониженном (повышенном) барометрическом давлении меняет уровень поступления кислорода в организм и представляет опасность. Люди, работающие в условиях повышенного давления, могут получить кессонную болезнь, баротравмы ушей, воспаление синусовых полостей и лёгких или столкнуться с другими физиологическими проблемами.

Гигиеническое нормирование

В соответствии с ГОСТ 12.1.005–88* «Общие санитарно– гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» нормируемые параметры микроклимата подразделяются на оптимальные и допустимые.

Оптимальные условия микроклимата – это микроклиматические условия, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8–ми часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для сохранения высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Допустимые условия микроклимата – это микроклиматические условия, которые не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья в течение рабочей смены (8 часов), но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Но эти изменения проходят за время отдыха, к началу следующей рабочей смены.

Профилактические мероприятия

Мероприятия по нормализации микроклиматических условий производственных помещений делят на 3 группы.

1 Строительно–технологические:

-Изменение самого технологического процесса - замена горячего способа обработки металла - холодным (штамповка), замена нагрева металла в нагревательных печах индукционным нагревом металла токами высокой частоты и др.

– замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования;

– механизация и автоматизация произ процессов, дистанционное управление теплоизлучающими процессами;

– рациональное размещении оборудования в помещении;

– защита расстоянием (размещение теплоизлучающего оборудования в изолированных помещениях или на открытых площадках).

2 Санитарно–технические:

– герметизация оборудования. Плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования — все это снижает выделение тепла от открытых источников;

теплоизоляция поверхностей оборудования – асбест, стекловолокно, войлок, пробковые материалы. Теплоизоляцию следует делать с таким расчетом, чтобы температура наружной стены оборудования не превышала 45˚С.

– экранирование источников теплового излучения;

– вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха;

– тепловые завесы, воздушное душирование, тамбур– шлюзы.

3 Организационные:

– защита временем, рациональный режим труда и отдыха (дополнительные перерывы, сокращение длительности рабочей смены);

– помещения отдыха с оптимальными условиями комфорта (для обогрева с горячим питьем или «оазисы» с охлажденной питьевой водой);

– устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха, в которые подается очищенный и умеренно охлажденный воздух;

– фотарии (светолечебный кабинет, облучение ультрафиолетовыми и тепловыми лучами);

– организация рационального водно-солевого режима работающих с целью профилактики перегрева организма. Для этого к питьевой воде добавляют небольшое количество (0,2 -- 0,5%) поваренной соли и насыщают ее диоксидом углерода (сатурируют).

– средства индивидуальной защиты (СИЗ) –специальные одежда, обувь, средства защиты рук и головы.

9 НС на производстве

Несчастный случай на производстве – воздействие на работника производственного фактора при выполнении им трудовых (служебных) обязанностей или заданий работодателя, в результате которого произошли травма, внезапное ухудшение здоровья или отравление работника, которые привели его к временной или стойкой утрате трудоспособности, профессиональному заболеванию либо смерти.

Производственной травмой считается внезапное повреждение организма человека в результате НС на производстве.

Расследование и учет НС

Расследование несчастного случая на производстве – это выявление в установленном порядке причин, которые привели к несчастному случаю на производстве.

Учет несчастных случаев на производстве – это объективная документальная фиксация каждого несчастного случая на производстве.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя, при исполнении ими трудовых обязанностей.

К лицам, участвующим в производственной деятельности работодателя, помимо работников, исполняющих свои обязанности по трудовому договору, в частности, относятся:

-работники и другие лица, получающие образование в соответствии с ученическим договором;

-обучающиеся, проходящие производственную практику;

-лица, страдающие психическими расстройствами, участвующие в производительном труде на лечебно-производственных предприятиях в порядке трудовой терапии в соответствии с медицинскими рекомендациями;

-лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду;

-лица, привлекаемые в установленном порядке к выполнению общественно-полезных работ;

-члены производственных кооперативов и члены крестьянских (фермерских) хозяйств, принимающие личное трудовое участие в их деятельности.

- лица, привлеченными в установленном порядке к участию в работах по предотвращению катастрофы, аварии или иных чрезвычайных обстоятельств либо в работах по ликвидации их последствий.

Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве определяется ст. 227-231 ТК РФ и Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденным постановлением Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73.

Расследуются НС если они произошли:

- в течение рабочего времени на территории работодателя либо в ином месте выполнения работы, в том числе во время установленных перерывов, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды, выполнения других предусмотренных правилами внутреннего трудового распорядка действий перед началом и после окончания работы, или при выполнении работы за пределами установленной для работника продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие праздничные дни;

- при следовании к месту выполнения работы или с работы на транспортном средстве, предоставленном работодателем, либо на личном транспортном средстве в случае использования личного транспортного средства в служебных целях по распоряжению работодателя или по соглашению сторон трудового договора;

- при следовании к месту служебной командировки и обратно, во время служебных поездок на общественном или служебном транспорте, а также при следовании по распоряжению работодателя к месту выполнения работы и обратно, в том числе пешком;

- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель-сменщик на транспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде);

- при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне (воздушном, морском, речном) в свободное от вахты и судовых работ время;

- при действиях, направленных на предотвращение катастрофы, аварии или несчастного случая.

Расследуются также, но в зависимости от конкретных обстоятельств могут квалифицироваться как несчастные случаи, не связанные с производством следующие НС:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства, подтвержденная в установленном порядке соответственно медицинской организацией, органами следствия или судом;

- смерть или повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось по заключению медицинской организации алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) пострадавшего, не связанное с нарушениями технологического процесса, в котором используются технические спирты, ароматические, наркотические и иные токсические вещества;

-несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий (бездействия), квалифицированных правоохранительными органами как уголовно наказуемое деяние.

Обязанности работодателя при несчастном случае

При несчастных случаях, указанных в статье 227 Тр Кодекса, работодатель обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

- сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных ЧС, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (сделать фото, видео);

- принять необходимые меры по организации расследования несчастного случая, оформлению материалов расследования и его учет.

- немедленно проинформировать о несчастном случае органы и организации, а о тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом - также родственников пострадавшего.

Ответственность работодателя за сокрытие несчастного случая на производстве

Если работодатель не сообщает о несчастном случае в вышеназванные органы в установленные сроки, это расценивается как нарушение требований трудового законодательства, а также является основанием для квалификации данного правонарушения как сокрытие несчастного случая (ст. 15.34 КоАП)*.

Сокрытие страхователем наступления страхового случая при обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и проф заб – влечет наложение административного штрафа:

на граждан в размере от 300 до 500 рублей;

на должностных лиц в размере от 500 до 1000 рублей;

на юридических лиц в размере от 5000 до 10000 рублей.

Статья 229. Порядок формирования комиссий по расследованию несчастных случаев

Для расследования легкого несчастного случая работодатель образует комиссию в составе не менее 3х человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда, представители работодателя, представители профсоюзной организации. Для НС с легким исходом Комиссию возглавляет работодатель.

При расследовании несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) со смертельным исходом в состав комиссии также включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, представитель территориального объединения организаций профсоюзов, а при расследовании указанных несчастных случаев с застрахованными - представители исполнительного органа страховщика. Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав во главе с государственным инспектором труда.

Несчастный случай, происшедший с лицом, направленным для выполнения работы к другому работодателю и участвовавшим в его производственной деятельности, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав комиссии входит представитель работодателя, направившего это лицо.

При групповом несчастном случае с числом погибших 5 человек и более комиссию возглавляет руководитель государственной инспекции труда - главный государственный инспектор труда соответствующей государственной инспекции труда или его заместитель по охране труда.

В случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Статья 229.1. Сроки расследования несчастных случаев

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого 1 или несколько пострадавших получили легкие повреждения здоровья, проводится комиссией в течение 3 дней. Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней.

Статья 230. Порядок оформления материалов расследования несчастных случаев

Акт о нс заполняется в 3х экземплярах.

После завершения расследования акт о несчастном случае на производстве подписывается всеми лицами, проводившими расследование, утверждается работодателем и заверяется печатью.

Экземпляр указанного акта вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет работодателем.

Краткий план действий при обнаружении факта нс :

Отправка извещения о несчастном случае (ст. 228.1 ТК РФ; п.5 ч.1 Постановления Министерства труда и социального развития РФ от 24.10.2002 №73);

Создание комиссии по расследованию несчастного случая (ст. 229 ТК РФ);

Запрос в медицинские учреждение на получение медицинской справки 315/У «О характере полученных повреждений здоровья в результате несчастного случая на производстве и степени их тяжести» (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 15.04.2005 № 275);

Проведение опросов пострадавшего, очевидцев, должностных лиц (ст. 229.2 ТК РФ);

Осмотр места происшествия, заполнение соответствующего протокола (ст. 229.2 ТК РФ);

Составление схемы места происшествия (ст. 229.2 ТК РФ);

Формирование акта Н-1.

10 профессиональные заболевания

Профессиональное заболевание - заболевание, развившееся в результате воздействия факторов риска, обусловленных трудовой деятельностью (определение Международной организации труда МОТ).

Профессиональное заболевание - хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредных производственных факторов и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности ("Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний". Федеральный закон от 24.07.98 N 125-ФЗ).

Профессиональная заболеваемость - показатель числа вновь выявленных в течение года больных с профессиональными заболеваниями и отравлениями, рассчитанный на 100, 1 000, 10 000, 100 000 работников.

Основными причинами профессиональной заболеваемости являются:

- несовершенство технологических процессов; - конструктивные недостатки средств труда;

- несовершенство рабочих мест; - неприменение, отсутствие или несовершенство

СИЗ;
- нарушение правил техники безопасности и производственной санитарии
- профессиональный контакте инфекционным агентом; отступления от технологического процесса.

Опасность для здоровья работника производственных факторов окружающей среды различной природы (физической, химической, биологической) в комбинации с неблагоприятным характером трудовой деятельности может усугубляться ролью генетических, экологических и социальных показателей.

Профессионально обусловленная заболеваемость - заболеваемость общими (не относящимися к профессиональным) заболеваниями различной природы происхождения, имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и превышающая таковую в профессиональных группах, не подвергающихся воздействию вредных факторов.

К профессионально обусловленным заболеваниям относятся заболевания сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца), нервно-психические заболевания типа невроза, болезни опорно-двигательного аппарата (например, пояснично-крестцовый радикулит), ряд заболеваний органов дыхания.

Расследование профессиональных заболеваний

Расследованию и учету подлежат острые и хронические профессиональные заболевания (отравления).

Профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, является страховым случаем.

Порядок установления наличия профессионального заболевания

Устанавливать диагноз хронического профессионального заболевания (или интоксикации) дано право только специализированным лечебно-профилактическим учреждениям и их подразделениям (центр профпатологии, клиника и отдел профзаболеваний, выполняющие его функции), имеющим соответствующие лицензии и сертификат.

При установлении диагноза профессионального заболевания (т.е. проведения экспертизы связи заболевания с профессией) учитываются:

- сведения о профессиональном маршруте за весь период трудовой деятельности; данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда с указанием конкретных параметров всех вредных производственных факторов и их экспозиции в соответствии с профессиональным маршрутом;
- данные предварительных (при приеме на работу) и периодических медицинских осмотров;
- сведения об обращаемости работника в учреждения здравоохранения за медицинской помощью и его болезнях, в том числе и с временной утратой трудоспособности;
- результаты комплексного клинико-функционального обследования, свидетельствующие о наличии изменений, характерных для данного профессионального заболевания.

При установлении предварительного диагноза - острое профессиональное заболевание (отравление) учреждение здравоохранения обязано в течение 1 суток направить экстренное извещение о профессиональном заболевании работника в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и сообщение работодателю по форме, установленной Минздравом России.

Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, получивший экстренное извещение, в течение 1 суток со дня его получения приступает к выяснению обстоятельств и причин возникновения заболевания, по выяснении которых составляет санитарно-гигиеническую характеристику условий труда

работника и направляет ее в учреждение здравоохранения по месту жительства или по месту прикрепления работника.

Учреждение здравоохранения на основании клинических данных состояния здоровья работника и санитарно-гигиенической характеристики условий его труда устанавливает заключительный диагноз - острое профессиональное заболевание (отравление) и составляет медицинское заключение.

При установлении предварительного диагноза - хроническое профессиональное заболевание (отравление) извещение о профессиональном заболевании работника в 3-дневный срок направляется в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в 2-недельный срок со дня получения извещения представляет в учреждение здравоохранения санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работника.

Учреждение здравоохранения, установившее предварительный диагноз - хроническое профессиональное заболевание (отравление), в течение 1 месяца обязано направить больного на амбулаторное или стационарное обследование в специализированное лечебно-профилактическое учреждение (центр профессиональной патологии), с представлением следующих документов:

а) выписка из медицинской карты амбулаторного и (или) стационарного больного;

б) сведения о результатах предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров; в) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда; г) копия трудовой книжки.

Центр профессиональной патологии на основании клинических данных состояния здоровья работника и представленных документов устанавливает заключительный диагноз - хроническое профессиональное заболевание (в том числе возникшее спустя длительный срок после прекращения работы в контакте с вредными веществами или производственными факторами), составляет медицинское заключение и в 3-дневный срок направляет соответствующее извещение в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, работодателю, страховщику и в учреждение здравоохранения, направившее больного.

Медицинское заключение о наличии профессионального заболевания выдается работнику под расписку и направляется страховщику и в учреждение здравоохранения, направившее больного.

Ответственность за своевременное извещение о случае острого или хронического профессионального заболевания, об установлении, изменении или отмене диагноза возлагается на руководителя учреждения здравоохранения, установившего (отменившего) диагноз.

Порядок расследования обстоятельств и причин возникновения профессионального заболевания

Расследование каждого случая острого или хронического профзаболевания (отравления) проводится комиссией на основании приказа, издаваемого работодателем с момента получения извещения об установлении заключительного диагноза:

незамедлительно – при групповом заражении особо опасными инфекциями или со смертельным исходом;

в течение 24 часов – при предварительном диагнозе острого профессионального заболевания (отравлении);

в течение 10 суток – при хроническом профессиональном заболевании (отравлении).

Работодатель обязан организовать расследование обстоятельств и причин возникновения у работника профессионального заболевания. Комиссия по расследованию профессионального заболевания, возглавляется главным врачом центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В состав комиссии входят представитель работодателя, специалист по охране труда, представитель учреждения здравоохранения, профсоюзного органа.

Работник имеет право на личное участие в расследовании возникшего у него профессионального заболевания. По его требованию в расследовании может принимать участие его доверенное лицо.

Для проведения расследования работодатель обязан:

а) представлять документы и материалы, в том числе архивные, характеризующие условия труда на рабочем месте;

б) проводить по требованию членов комиссии за счет собственных средств необходимые экспертизы, лабораторно-инструментальные и другие гигиенические исследования с целью оценки условий труда на рабочем месте; в) обеспечивать сохранность и учет документации по расследованию.

В процессе расследования комиссия опрашивает сослуживцев работника, лиц, допустивших нарушение государственных санитарно-эпидемиологических правил, получает необходимую информацию от работодателя и заболевшего.

На основании рассмотрения документов комиссия устанавливает обстоятельства и причины профессионального заболевания работника, определяет лиц, допустивших нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил, иных нормативных актов, и меры по устранению причин возникновения и предупреждению профессиональных заболеваний.

Если комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа комиссия устанавливает степень вины застрахованного (в процентах).

Порядок оформления акта о случае профессионального заболевания

По результатам расследования комиссия составляет акт о случае профессионального заболевания, по форме, установленной Постановление м Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2000 г. № 967 «Об утверждении положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний» и который является документом, устанавливающим профессиональный характер заболевания, возникшего у работника на данном производстве.

Акт составляется в 3-дневный срок по истечении срока расследования в 5 экземплярах, предназначенных для работника, работодателя, центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, центра профессиональной патологии (учреждения здравоохранения) и страховщика. Акт подписывается членами комиссии, утверждается главным врачом центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и заверяется печатью центра.

В акте о случае профессионального заболевания подробно излагаются обстоятельства и причины профессионального заболевания, а также указываются лица, допустившие нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил, иных нормативных актов. В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, указывается установленная комиссией степень его вины (в процентах).

11 Физиология труда

Физиология труда - раздел таких медицинских дисциплин нормальная физиология и гигиена труда, изучающий измене функционального состояния организма человека под производственной деятельности и разрабатывающий чески обоснованные средства организации трудового процесса, способствующие предупреждению утомления и поддержанию высокого уровня работоспособности.

Исследования по физиологии труда проводятся в двух направлениях:

изучение общих физиологических закономерностей трудовых процессов;

изучение физиологических реакций организма при конкретных видах производственной деятельности.

Задачи физиологии труда охватывают широкий круг вопросов:

изучение физиологических закономерностей при физических, нервно-психических нагрузках и при воздействии других вредных производственных факторов (шума, вибрации, микроклимата и др.);

исследование физиологических механизмов, определяющих динамику работоспособности человека в современных производственных условиях;

разработку физиологических основ мероприятий в целях повышения работоспособности и снижения утомления.

Классификация основных видов (форм) организации трудовой деятельности. Автоматизированный труд подразделяется на комплексно-автоматизированный и собственно автоматизированный. Комплексная автоматизация труда - это такая высокая степень организации производства, при которой управление осуществляется с дистанционных щитов и пультов управления, располагающихся в изолированных помещениях или кабинах. Ее разновидностью является автономная комплексная автоматизация труда, представленная разнообразными транспортными средствами. Основной вред в данном случае наносят нервно-психические перегрузки.

Автоматизированное производство - более низкая ступень, так как в ее организации хотя и имеет место управление с пультов и щитов, но они располагаются в цехе рядом с оборудованием. Поэтому к такому вредному производственному фактору как нервно-психические перегрузки прибавляются факторы, присущие конкретному производству: химические вещества, пыль, шум и пр.

В целом же автоматизированный труд имеет несомненное гигиеническое преимущества прежде всего в том, что в несколько раз сокращается численность работников во вредных условиях труда.

Механизация труда - это более низкая, но самая частая ступень организации производства, при которой полностью или частично рабочие операции выполняют машины и механизмы. Механизация труда подразделяется на комплексно-механизированный, собственно механизированный и механизированно-ручной труд.

Комплексно-механизированный труд представляет такую организацию производственного процесса, когда основные и вспомогательные технологические процессы выполняются машинами, механизмами и другими видами оборудования. На первый план из вредных производственных факторов выходят те, которые генерирует данное производство- шум, пыль и пр.

Механизированный труд отличается от предыдущего тем, что в нем имеет место неполная механизация. Поэтому при этой распространенной форме организации производства наблюдаются физические перегрузки в сочетании с воздействием других вредных производственных факторов.

Механизированно-ручной труд (весьма распространенный) тоже относится к труду с неполной механизацией, так как при выполнении работ широко используются механизированно-ручные пневмо- и электроинструменты. Эти вредные производственные факторы аналогичны физическим перегрузкам, но выражены в боль- шей степени.

Ручной труд - это труд, который выполняется вручную с использованием исключительно

мускульной силы человека и примитивных орудий труда (лопаты, лома и др.) без применения инструментов с приводом. Главным вредным производственным фактором при ручном труде являются физические перегрузки. Другие вредные производственные факторы воздействуют на работника достаточно интенсивно, так как он находится в эпицентре их выделения (генерации) - на расстоянии вытянутой руки. Исключением надо считать ручной труд при работе на конвейерах, при котором у трудящихся возможны нервно-психические перегрузки. На производстве указанные виды труда далеко не всегда встречаются в чистом виде, а чаще в различных соотношениях.

Некоторые понятия в физиологии труда. Эффективность трудовой деятельности человека в значительной степени зависит от следующих факторов: предмет и орудия труда, организация рабочего места, условия труда, технико-организационные мероприятия. Эффективность согласования указанных факторов с возможностями человека во многом зависит от наличия определенной работоспособности.

Работоспособность - величина функциональных возможностей организма, характеризующаяся количеством и качеством работы, выполняемой за определенное время. Уровень функциональных возможностей человека зависит от условий труда, состояния здоровья, возраста, степени тренированности, мотивации к труду и. других факторов.

На уровень и динамику работоспособности существенно влияют специфические особенности каждой конкретной деятельности. Состояние работоспособности оценивается по физиологическим показателям функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, обеспечивающих данную конкретную деятельность.

Изменения работоспособности в течение дневной рабочей смены имеют несколько фаз или сменяющих друг друга состояний человека

Фаза врабатывания или нарастающей работоспособности. В этот период постепенно повышается подвижность функционирования систем организма, ускоряется и увеличивается объем физиологических процессов. Уровень работоспособности постепенно повышается по сравнению с исходным. Это выражается в улучшении физиологических показателей и результатов труда. В зависимости от характера труда и индивидуальных особенностей человека, этот период длится от нескольких минут до 1,5-2,5 ч.

Фаза высокой устойчивой работоспособности. Для нее характерно сочетание высоких трудовых показателей с относительной стабильностью или даже некоторым снижением напряженности физиологических функций. Ее продолжительность может быть 2-2,5 ч и более в зависимости от степени нервно-психических, физических нагрузок и в целом условий труда.

Фаза снижения работоспособности (утомление). Падение работоспособности сопровождается уменьшением функциональных возможностей основных работающих систем и органов человека. Наблюдаемое к обеденному перерыву падение работоспособности проявляется в ухудшении функций сердечно-сосудистой (изменение артериального давления, частоты пульса), нервной (увеличение времени протекания рефлексов, снижение внимания, появление лишних движений, ошибочных реакций, замедление скорости решения задач) и других систем.

Фаза восстановления работоспособности. Во время отдыха после первой половины рабочей смены она характеризуется увеличением жизненных функций организма.

Динамика работоспособности повторяется и после междусменного перерыва. При этом фаза врабатывания протекает быстрее, а фаза устойчивой работоспособности по уровню ниже и менее дли- тельная, чем до перерыва. Во второй половине смены снижение работоспособности наступает раньше и развивается быстрее в связи с наступлением более выраженного утомления. Перед самым концом работы наблюдается некоторое повышение работоспособности - так называемый конечный порыв перед наступлением отдыха.

Изменение работоспособности может быть и в течение недели, так как за выходные дни в известной мере угасают трудовые условные рефлексы. Отсюда и народное наблюдение – понедельник тяжелый день. Конец рабочей недели знаменуется накоплением утомления. Аналогично динамика изменения работоспособности, правда, не столь выраженная наблюдается и при годовом цикле работы.

Оценка профессиональной работоспособности обычно с помощью комплекса наиболее адекватных физиологических показателей с учетом вида трудовой деятельности, рабочего напряжения, степени тренированности и индивидуальных особенностей организма. При этом чаще всего состояние сердечно-сосудистой, нервно-мышечной системы.

В то же время следует помнить, что о состоянии профессиональной работоспособности можно в некоторых случаях непосредственно по динамике утомления, показателями которого в процессе труда могут являться увеличение продолжительности и вариабельности выполнения производственных операций, числа ошибок, стихийно возникающих перерывов в работе (микропауз) и т.д.

При определении МПК в качестве нагрузки применяется на месте, степ-тест (подъемы на ступеньку) или работа на велоэргометре.

Величина МПК у испытуемого устанавливается с помощью соответствующего графика (или номограммы) по увеличению частоты сердечных сокращений в ответ на увеличение нагрузки (обычно до 170 в 1 мин).

Последнее время для определения общей физической работоспособности при современных видах труда, связанных, в частности, с гипокинезией, стали использовать показатель способности к выполнению внешней механической работы PWC 170 (Physical working capacity).

Для возможности сопоставления полученную величину PWC, 7о следует разделить на массу тела обследуемого, т. е. определить способность испытуемого развивать определенную удельную мощность внешней работы, Вт/кг. В качестве ориентиров при оценке величины PWC 170 можно использовать данные для здоровых людей, которые составляют у мужчин в среднем 168 Вт; у женщин - в среднем 105 Вт. У спортсменов этот показатель в зависимости от специализации колеблется от 163 до 327 Вт.

Условный рефлекс - изменение функций организма в ответ на внешние условия. Они обладают важным свойством, а именно: работающий человек с закрепленными условными рефлексами чрезвычайно экономно расходует жизненные силы организма при выполнении работы. Условный рефлекс обозначается еще как временный и постепенно угасает без подкрепления, т. е. повторения какой-либо работы.

Примерам выработки и закрепления условного рефлекса может быть обучение работника. После его обучения правилам охраны труда ученику дают в руки молоток, и он должен забить гвоздь. Расчленение этой операции на то, как держать молоток, затем гвоздь, как ударять одним по другому - все эти навыки в виде конкретных условных рефлексов достигаются при повторении названных операций. Условные рефлексы вырабатываются и закрепляются в коре головного мозга, иначе говоря, при активном функционировании центральной нервной системы.

Для трудовой деятельности человека характерно многократное повторение в определенной последовательности различного рода операций, которые складываются из отдельных условных рефлексов в определенную функциональную систему работы коры головного мозга, названную динамическим стереотипом.

Динамический стереотип - устойчивая слаженная система рефлексов, которая образуется в результате многократного повторения условных рефлексов в определенной последовательности и через определенные промежутки времени. В дальнейшем ответ организма определяется не воздействующем раздражителем, а возникающим на его месте условным раздражителем. Механизм динамического стереотипа заключается в формировании в мозге повторяющихся нервных процессов, отражающих пространственные, временные и порядковые особенности воздействия на организм

внешних и внутренних раздражителей. Таким образом, нервные процессы программируют предстоящую деятельность мозга, чем обеспечивается точность и своевременность реакции организма на привычные раздражители производственной обстановки. Изменение условий труда приводит к ломке динамического стереотипа и замене его новым. Его переделка создает реакцию напряжения, тем большую, чем сложнее переделка и длительнее существование стереотипа. Скорость переделки стереотипа зависит также от возраста, функционального состояния центральной нервной системы, типа высшей нервной деятельности человека.

Динамический стереотип как совокупность условных рефлексов включает в себя, помимо двигательных, и вегетативные компоненты, создающие единую систему жизнеобеспечения при осуществлении рабочих движений. В трудовой деятельности динамический стереотип вырабатывается в ходе обучения рабочего производственным операциям. После многократного повторения приемов работы и их усвоения переход от одного элемента рабочей операции к другому происходит без переключения внимания и мышления на выполнение каждого элемента. По мере закрепления динамического стереотипа возникает автоматизм в действиях работников и значительная экономия энергетической мощности организма.

Утомление - это физиологический, а не патологический процесс, который характеризуется снижением функциональных возможностей организма. Оно наступает вследствие выполнения работы, которая сопровождается значительными физическими и нервно-психическими нагрузками. Итогом утомления могут стать снижение работоспособности, ухудшение количества и качества выполняемой работы, нарушение координации движений, уменьшение памяти и пр. Субъективно это состояние называется усталостью. Механизм развития утомления от разных причин в принципе одинаков как из-за тяжести, так и из-за напряженности труда. В его основе лежит наступление торможения деятельности коры головного мозга. Этот процесс справедливо рассматривается как охранительная функция организма, выработанная в процессе эволюции живого организма. Физические нагрузки (тяжесть трудового процесса). Различают статическую и динамическую работу.

Статическая работа - процесс сокращения мышц, необходимый для поддержания тела или его частей в пространстве. В процессе труда она связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Статическая работа может быть выполнена одной рукой или двумя руками, с участием корпуса и ног, может выполняться в неудобной позе - с наклоном корпуса, лежа, на корточках и т.д.

При статическом усилии с точки зрения физики внешняя механическая работа отсутствует, однако в физиологическом смысле при статических усилиях работа налицо. Она характеризуется теми активными физиологическими процессами, которые протекают в нервно-мышечном аппарате и центральной нервной системе и обеспечивают поддержание напряженного состояния систем и органов человека. При статической работе повышается обмен веществ, увеличивается расход энергии, хотя и в меньшей степени, чем при динамической работе. Статическая работа более утомительна, чем динамическая, поскольку напряжение мышц длится непрерывно без пауз, не допуская их отдыха. Помимо этого, при статической работе кровообращение в работающих мышцах затруднено, происходит уменьшение в них объемного кровотока, уменьшение поступления кислорода и накопление большого количества молочной кислоты - биохимического признака утомления, пропорционально величине статического напряжения.

При длительном поддержании статического напряжения утомление мышц, сочетаясь с недостаточным кровоснабжением, может привести к развитию различных заболеваний.

Динамическая работа представляет собой наиболее распространенный вид двигательной активности человека в процессе труда.

При этом различные части двигательного аппарата могут принимать весьма различное участие в выполнении работы, и сама двигательная работа всегда в какой-то степени

сочетается со статической. Сила мышц человека достаточно большая. Например, при сгибании локтя она составляет до 40 кг, мышц рук- до 250 кг, а ахиллесово сухожилие на ноге выдерживает груз до 500 кг. Образно говоря, организм человека это не силовая, а скоростная машина. Поэтому человек быстрее и с большим качеством выполняет кратковременную силовую работу и хуже, с более частым утомлением, длительную систематическую работу. Мышечная сила, измеренная в килограммах, различна у женщин и мужчин. У первых она ниже на 20-30%, что требует разных предельно допустимых величин физических нагрузок для лиц разного пола. Мышечная сила меняется в течение жизни и начинает снижаться у лиц в возрасте 40 лет. У мужчин к 60 годам она снижается примерно на 80-85%, а у женщин к 55 годам составляет половинную величину силы муж- чин того же возраста. Тренировка увеличивает мышечную силу на одну треть.

Мышечная выносливость- способность длительное время выполнять заданную работу, также меняется в течение времени. Ее снижение более чем на 20% указывает на развитие выраженного утомления.

Динамическая и статическая работа подразделяются на общую, региональную и локальную.

Общая мышечная работа выполняется более чем двумя-тремя массами скелетной мускулатуры, в том числе ног и туловища. Такая работа характерна для тех видов профессиональной деятельности, где полностью или в значительной степени отсутствует механизация - некоторые виды сельскохозяйственных работ, труд грузчиков и др.

Региональная мышечная работа выполняется преимуществен но мускулатурой плечевого пояса и верхних конечностей. В участвуют от одной до двух третей массы скелетной. Примерам могут служить работа станочника, слесаря и другие деятельности, выполняемые обычно стоя.

Нервно-психические нагрузки (напряженность трудового процесса) - под ними подразумеваются различные виды трудовой деятельности, которые сопровождаются функций прежде всего центральной нервной системы. Ранее такой' труд назывался умственным, сейчас это определение следует считать устаревшим.

В понятие напряженности труда, вследствие его сложности, входят следующие разновидности. Прежде всего это интеллектуальные нагрузки, которые могут быть различными из-за содержания и характера выполняемой работы, восприятия сигналов (информации), сложности задания. Такие нагрузки имеют, например, профессии управленческого и творческого труда. Сенсорные нагрузки включают длительность сосредоточенного наблюдения,·плотность сигналов, число и размеры объектов одновременного наблюдения, включая оптические приборы, видеотерминалы, нагрузку на орган слуха и голосовой аппарат. Примерам профессий могут быть операторы, преподаватели. В качестве эмоциональных нагрузок могут быть степени ответственности за работу, собственную жизнь и безопасность других лиц. Самый наглядный пример профессии - водитель транспортных средств. Монотонность нагрузки оценивается по числу повторяющихся элементов заданий, временем активных и пассивных действий. В качестве примера можно привести работающих на конвейере. Наконец, при напряженном труде учитывается режим работы - длительность рабочего дня, сменность, наличие перерывов и их продолжительность. Это работа с ненормированным рабочим днем, работа в разные рабочие смены.

Указанные разновидности нервно-психических нагрузок достаточно часто встречаются одновременно. Под влиянием работы с нервно-психической составляющей состояние функций организма претерпевает фазовые изменения. В начале работы улучшаются память, внимание, запоминание, скорость выполнения "тестовых задач" и профессиональная работоспособность. Длительная нервно- психическая нагрузка оказывает угнетающее влияние на деятельность организма и особенно на функцию центральной нервной системы: ухудшаются внимание (объем, концентрация, переключение), память (кратковременная и долговременная), восприятие (появляется

большое количество ошибок).
Нервно-психические нагрузки приводят к усилению сердечно-сосудистой деятельности, системы дыхания, энергетического обмена; повышению тонуса мускулатуры, а при перегрузках возможно возникновение различных заболеваний. При экстремальных нервно-психических перегрузках может быть развитие особого состояния, называемого стрессом. При стрессе наблюдается общий адаптационный синдром или совокупность изменений, возникающих в организме при воздействии стресса.
В развитии общего адаптационного синдрома различают три последовательные стадии. Первая - стадия тревоги, во время которой происходит мобилизация защитных сил организма. Вторая стадия характеризуется восстановлением нарушенного равновесия, когда организм становится более устойчив в ответ на воздействие чрезвычайных внешних ситуаций и внутриорганизменных болезненных состояний. При невозможности организма преодолеть влияние негативных моментов наступает третья стадия - истощение. Самым тяжелым проявлением адаптационного синдрома является шок (по-английски - удар) или острое состояние, сопровождающееся резкой слабостью, бронхоспазмом, возбуждением, а потом угнетением, снижением артериального давления, а в особо тяжелых случаях - бессознательным состоянием.
Различают также местный адаптационный синдром, который развивается в виде воспаления. В принципе, адаптационный синдром следует оценивать как реакцию организма на стресс, в целом способствующую выздоровлению. Однако выход из стрессовых состояний человека должен быть под наблюдением лечащего врача во избежание ухудшения состояния здоровья пострадавшего.
Необходимо учитывать и тот факт, что при нервно-психических перегрузках организм человека склонен к инерции, к продолжению деятельности центральной нервной системы в задан- ном направлении. После ее окончания "рабочая доминанта" полностью не угасает, обусловливая более длительное утомление и даже истощение организма под влиянием нервно-психических перегрузок, больше чем при физических перегрузках.
Физиологические обоснования мер по снижению утомления и повышению работоспособности. В работу следует "Входить" постепенно. Это обеспечивает последовательное включение физиологических механизмов, определяющих высокий уровень работоспособности. Необходимо соблюдать определенный ритм работы, что способствует выработке навыков и замедляет развитие утомления. Следует придерживаться последовательности и систематичности в работе, что обеспечивает длительное сохранение рабочего динамического стереотипа. Правильное чередование описанных выше видов труда с отдыхом уменьшает степень утомления, повышает работоспособность. Высокая работоспособность сохраняется при систематических упражнениях и тренировке.
Кроме того, должны быть соблюдены требования эргономики и дизайна (оптимизация размеров и массы инструмента, рабочих движений, количества информативных сигналов и другие требования к рационализации рабочего места - удобства стула, стола, пульта и шита управления, окраски рабочего помещения, выбор оптимального ритма работы, соответствующей освещенности и т.д.).
Что касается режима работы, то наилучшей сменой для под- держания работоспособности на необходимом уровне является дневная смена с началом рабочего дня не ранее 7 ч. В любой смене обязательно необходимы перерывы для отдыха и приема пищи в середине смены длительностью не менее получаса, а также перерывы на 10-15 мин примерно за час в конце первой и второй половины смены для производственной гимнастики. Работа в ночную смену для поддержания работоспособности требует особого режима сна, отдыха и приема пищи. Целесообразнее время для сна делить на две части (дробный сон) - 4-5 ч после работы в ночную смену и 3-4 ч перед ее началом. Периодичность перехода трудящихся для работы из одной смены в другую должна быть не короче и не длиннее недели. При работах без нервно-психических перегрузок увеличивает работоспособность

использование функциональной музыки (перед началом, в середине и в конце каждой смены). Снижает утомление отдых в специальных комнатах психологической разгрузки. Отдых после рабочей недели в течение двух дней подряд более продуктивен, чем, например, в воскресенье и четверг. Наконец, совершенно необходимо поддержание благоприятных условий труда, при которых физиологические процессы в организме протекают наиболее эффективно.

12 Санитарные требования к устройству объектов предприятия

Основное условие соблюдения безопасности при проектировании предприятий, технологий и оборудования — предотвращение воздействия вредных и опасных производственных факторов на работающих, а также предупреждение негативного влияния этих факторов на окружающую среду. Это условие учтено в соответствующих разделах СНиП и СН, в которых изложены требования по проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

В целях обеспечения безопасности и в соответствии с Федеральным законом от 30.10.99 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается санитарно-защитная зона. Размер санитарно-защитной зоны зависит от характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, условий эксплуатации и определен требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1. 1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» с изменениями №1 СанПиН 2.2.1/2.1.1. 2361-08 и №2 СанПиН 2.2.1/2.1.1. 2555-09.

Основные требования к зданиям производственного назначения изложены в СанПиН 2.2.1.13-5-2006 «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий» и СНиП 2.09.02-85* «Нормы проектирования. Производственные здания».

На территории объекта выделяются функциональные зоны:

1) производственная; 2) административно-хозяйственная; 3) транспортно-складская; 4) вспомогательных объектов.

На объектах, использующих вредные вещества, административно-хозяйственная и вспомогательная зоны отделяются от производственной и транспортно-складской разрывами шириной не менее ширины циркуляционных зон, возникающих от сопредельных производственных зданий.

При планировке производственных помещений нужно учитывать санитарную характеристику производственных процессов, соблюдать нормы полезной площади для работающих, а также нормативы площадей для размещения оборудования и необходимую ширину проходов, обеспечивающих безопасную работу и удобное обслуживание оборудования.

Объем производственного помещения на одного работающего должен составлять

15 $м^3$ при выполнении легкой физической работы с категорией энергозатрат 1а – 1б;

25 $м^3$ при выполнении работ средней тяжести с категорией энергозатрат IIа – IIб;

30 $м^3$ при выполнении тяжелой работы с категорией энергозатрат III.

Площадь помещений для одного работника должна составлять не менее 4,5 $м^2$.

Высоту помещений выбирают в зависимости от характера технологического процесса такой, чтобы обеспечивалось удаление избыточных количеств теплоты, влаги и газов, но не менее 3 м. В помещениях, где предполагается устройство аэрации, для создания необходимого теплового напора от теплоизлучающей поверхности высота должна быть не менее 4...6 м. Ширину пешеходных галерей принимают в пределах 0,3...1,5 м, проходов между стеллажами — не менее 1 м.

Стены и потолки зданий должны быть достаточно теплостойкие, чтобы на их внутренних поверхностях не конденсировалась влага. Поверхности ограждающих

строительных конструкций следует выполнять ровными из материалов, устойчивых к химически агрессивной среде и легко обрабатываемых при проведении влажной уборки и дезинфекции. Полы должны быть ровные, гладкие, но нескользкие, иметь низкую теплопроводность, не выделять пыли и возвышаться над уровнем прилегающей территории на величину не менее 0,15 м. Допустимая высота порогов менее 0,1 м.

В помещениях, где используется транспорт, обязательно разделяют зоны проезда транспорта и прохода людей. Постоянные рабочие места огораживают.

В местах возможного воздействия агрессивных жидкостей (кислот, щелочей и др.) и таких вредных веществ как ртуть, растворители, биологически активные вещества применяются покрытия полов, устойчивые к действию указанных веществ, не допускающие их сорбцию и хорошо поддающиеся очистке и обезвреживанию.

Оборудование, работающее с выделением пыли или шума, должно устанавливаться в отдельном помещении, изолированном от других шумо- и пыленепроницаемыми перегородками (стенами). Эти помещения должны быть оборудованы вентиляцией и местными отсосами в каждом месте выделения пыли.

Каждое производственное помещение должно иметь основной проход шириной не менее 2 м, выходящий на лестничную клетку или непосредственно наружу. Для крупных цехов ширина главного (центрального) проезда должна быть не менее 6 м. В цехе (участке) надо иметь не менее двух выходов, устроенных в местах, наиболее не целесообразных для выхода персонала. Границы проходов и проездов нужно отмечать контрастными по отношению к цвету пола полосами шириной не менее 50 мм или другими техническими средствами.

Дверные проемы для транспортировки грузов должны соответствовать габаритам применяющихся транспортных средств с грузом и обеспечивать свободные проходы по обе стороны этих габаритов шириной не менее 0,7 м..

Размещение складских помещений в одном здании с производственными помещениями не должно противоречить условиям технологического процесса, санитарным и противопожарным требованиям. Складские помещения, отнесенные к взрыво- или пожароопасным помещениям, следует располагать в отдельно стоящих одноэтажных зданиях или сооружениях, примыкающих к производственному зданию. Подвальные помещения и тоннели должны иметь не менее двух выходов, устроенных в местах, наиболее целесообразных для выхода работающих.

Помещения, в которых выделяется большое избыточное количество влаги или явного тепла (более 83,8кДж/(м3- ч), следует располагать у наружной стены здания с подветренной стороны. Ворота и технологические проемы в наружных стенах зданий, как правило, проектируют с тепловыми воздушными завесами, а входы в отапливаемые здания —с двойными тамбурами при глубине открытия каждого отделения из них не менее 1,2 м.

Большое значение для охраны труда имеет водоснабжение предприятий. Оно должно обеспечить потребность предприятия в питьевой воде, для хозяйственно-гигиенических, производственных и противопожарных целей. Различают два вида водоснабжения: централизованное и децентрализованное. При централизованном водоснабжении вода подается по трубопроводам общего пользования, а при децентрализованном –поступает из местных источников (колодцев, родников, водоемов).

Выбор источников хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо согласовывать с местными администрациями и местными органами санитарно-эпидемиологической службы. Качество воды должно отвечать требованиям ГОСТа на питьевую воду. Применение сырой воды для питья допускается только с разрешения органов санитарно-эпидемиологической службы.

Все предприятия согласно санитарным правилам и нормам должны иметь канализационные сооружения, предназначенные для приема, удаления и обезвреживания сточных вод, а также отведения их на определенные участки. На предприятиях, не имеющих канализации, устраивают дворовые туалеты и бетонные ямы, которые сооружают в соответствии с

правилами безопасности их эксплуатации и санитарно-гигиенических норм.
В производственных и вспомогательных помещениях освещение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха обеспечивают оптимальные параметры воздушной среды (производственного микроклимата), способствующие сохранению здоровья человека и повышению его трудоспособности.

Санитарные требования к вспомогательным зданиям и помещениям промышленных предприятий.

В составе каждого предприятия имеются вспомогательные помещения и устройства, которые подразделяются на пять групп: санитарно-бытовые помещения и устройства, помещения общественного питания, помещения медицинского профиля, помещения и устройства культурного обслуживания, помещения управления и общественных организаций.

Эти помещения предназначены для удовлетворения социально-бытовых потребностей трудящихся во время работы.

Санитарно-гигиенические требования к составу, размещению, размерам и оборудованию вспомогательных помещений изложены в действующих строительных нормах и правилах СНиП 2.09.04 "Административные и бытовые здания".

Важным видом вспомогательных помещений являются санитарно-бытовые помещения и устройства, к которым относятся: гардеробные, курительные комнаты, комнаты отдыха, уборные, душевые, помещения для обогрева и охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды,.

В организации должны быть посты для оказания первой помощи работникам, укомплектованные аптечками. Требования к комплектации аптечек для оказания первой помощи утверждены приказом Минздравсоцразвития РФ от 5.03.2011 г. № 169н.

Здравпункты должны быть на предприятиях со списочной численностью работающих 300 человек и более.

В основу выбора состава и количества общих и специальных бытовых помещений и устройств положена санитарная характеристика производственного процесса. СНиП 2.09.04 "Административные и бытовые здания" установлены группы производственных процессов в зависимости от характера и степени воздействия на работающих , которые разделены на четыре группы, каждая из которых имеет еще ряд подгрупп.

25.4. Классификация производственных процессов В соответствии с санитарной характеристикой производственные процессы подразделяются на четыре группы, а каждая из них — еще на 2—5 подгрупп. К первой группе относятся производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и при отсутствии вредных газов и пылевых выделений. Ко второй группе относятся производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях или связанные с выделением пыли, а также напряженной физической работой. К третьей группе относятся процессы, характеризующиеся наличием резко выраженных вредных факторов. К четвертой группе относятся процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции, а именно: - связанные с переработкой пищевых (продуктов, производством стерильных материалов, которые требуют особой чистоты).

25.5. Основные требования к водоснабжению и канализации Производственные помещения должны быть оборудованы системами производственного, противопожарного и хозяйственнопитьевого водопроводов, хозяйственно-бытовой и производственной канализацией. Исключения составляют небольшие производства (с количеством работающих до 25 человек в смену), которые размещены в районах без центральной системы водопровода и канализации. При проектировании систем водоснабжения и канализации необходимо внедрять наиболее прогрессивную технологию и оборудование для подготовки и подачи воды, отведения и очистки промышленных стоков, обеспечивать наименьшее загрязнение сточных вод, возможность утилизации и использования отходов производства. Норма расхода воды на питьевые и бытовые нужды для цехов со

значительными выделениями тепла на одного человека в смену должна составлять 45 л, а для других цехов и отделений — 25 л. В проходах между цехами, вестибюлях, помещениях для отдыха необходимо предусматривать фонтанчики или установки с газированной водой. В горячих цехах должны быть предусмотрены места площадью 3 м2 для уста- 212 новок с охлажденной подсоленной газированной водой (5 г соли на 1 л воды). Расстояние от наиболее отдаленного рабочего места до устройств питьевого водоснабжения не должно превышать 75 м. Не допускается соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями специальных производственных и противопожарных водопроводов, которые подают непитьевую воду. Все сточные воды спускаются в городскую канализационную систему. Слив в канализационную сеть отработанных растворов кислот, щелочей, электролитов и других химических веществ допускается только после их нейтрализации и очистки. Запрещается сливать в канализационную сеть толуол, ацетон, бензин, минеральные масла. С участков шлифования, полирования и при применении мокрых способов обработки пылевых материалов сточные воды должны поступать в систему общей канализации через отстойники. На отдельных участках канализационных сетей необходимо располагать устройства для улавливания нефтепродуктов.

13 Промышленная вентиляция

1.1 Общие сведения

Производственные процессы, как правило, сопровождаются выделением вредных агентов в виде тепла, влаги, паров, пыли, токсических газов. Распространяясь по помещению, они приводят к изменению состава и состояния воздушной среды, что, в свою очередь, может вызвать отклонения в состоянии здоровья работающих, а также неблагоприятно повлиять на производительность труда.

Если меры технологического, строительного и организационного характера не могут обеспечить нужных условий труда, тогда для создания нормативных санитарно–гигиенических условий на рабочих местах используют вентиляцию. Она призвана обеспечивать в обслуживаемой ею рабочей зоне помещений допустимые (комфортные) метеорологические условия и чистоту воздуха в целях поддержания нормального самочувствия рабочих и повышения их работоспособности.

На ряде предприятий (текстильных, табачных, кондитерских фабрик и др.) производственная вентиляция обеспечивает также заданные условия воздушной среды, в частности, необходимую по технологическим параметрам влажность воздуха в помещении.

По способу побуждения воздуха вентиляция разделяется на естественную и механическую (искусственную). Возможна смешанная вентиляция, т.е. сочетание вентиляции естественной и механической.

Естественная вентиляция может осуществляться, во– первых, за счёт разности температур воздуха в помещении и вне его, что приводит к разности плотностей наружного и внутреннего воздуха и созданию давления, называемого «тепловым напором».

Во–вторых, если воздух поступает в помещение под воздействием ветра (через проёмы, неплотности и поры в стенах), то в этом случае говорят о действии «ветрового напора».

Формы естественной вентиляции – инфильтрация (неор- ганизованное проникновение наружного воздуха через неплотности, щели в оконных рамах, световых фонарях, поры в сте- нах), проветривание (частично регулируемое поступление воз- духа через окна, фрамуги) и аэрация (осуществляемая при дей- ствии теплового и ветрового напоров).

Механическая вентиляция осуществляется за счёт работы специальных механических установок – вентиляторов или эжекторов (механических побудителей движения воздуха), способствующих нагнетанию или извлечению воздуха. Она организуется, если метеорологические условия и чистота воздуха в помещениях не могут быть обеспечены вентиляцией с естественным побуждением.

По функциональному признаку вентиляцию делят на при- точную, осуществляющую подачу чистого воздуха в помеще- ние, вытяжную, предназначенную для удаления загрязненного воздуха, и приточно–вытяжную.

По форме организации воздухообмена различают вентиляцию общую, точнее – общеобменную (с рассеянной или сосредоточенной подачей или удалением воздуха из всего объема помещения), местную и зональную.

1.2 Естественная вентиляция

Такие виды естественной вентиляции, как инфильтрация и проветривание способны в очень малой степени способствовать обмену воздуха в производственных помещениях. Так, инфильтрация может обеспечить лишь двукратный обмен воздуха, проветривание – несколько больше.

Правильно же спроектированная и организованная аэрация может довести воздухообмен до сотен тысяч кубометров в час.

Аэрация – организованная управляемая вентиляция – осуществляется в результате теплового или ветрового напора при их одновременном или раздельном действии.

Использование аэрации эффективно в горячих цехах предприятий таких промышленных отраслей как металлургия, машиностроение и др., где имеются источники интенсивного тепловыделения (сталеплавильные, прокатные, электродуговые, закалочные печи, нагревательные горны и т.д.) и в связи с этим в воздух выделяется большое количество тепла. Разность температур наружного и внутреннего воздуха приводит к разности его плотности. Поэтому тепловой напор тем сильнее, чем больше разница температур вне и внутри цеха.

Наружный воздух проникает в здание через оконные окна, смешивается с нагретым внутренним воздухом и устремляется вверх – к аэрационным фонарям.

1.3 Механическая вентиляция

Предназначением механической вентиляции является полное удаление загрязнителей воздушной среды из рабочего помещения для дальнейшего их улавливания. При общеобменной вентиляции необходимый воздухообмен достигается подачей чистого воздуха в количестве, обеспечивающем разбавление вредностей, выделяющихся равномерно по всему помещению, до допустимых концентраций, или ассимиляцию тепла. При механической вентиляции можно производить обработку воздуха (охлаждение, нагревание, увлажнение, улавливание пыли, вредных газов), поступающего и удаляемого из производственного помещения.

Подача и извлечение воздуха производится при помощи вентиляторов или эжекторов за счёт использования механической энергии, электродвигателей, нагнетающих или извлекающих воздух из помещения.

Если по технологическим особенностям производства не- возможно создать глухие укрытия, то вредность удаляется через пылегазоприемники, которые устанавливаются вблизи источни- ка вредностей. Вентиляцию, при которой организованы приток и вытяжка воздуха, называют приточно–вытяжной.

Механическая вентиляция представляет собой сложную схему, включающая средства побуждения движения воздуха (вентиляторы), воздуховоды, устройства очистки воздуха от пыли, устройства для нагревания или охлаждения, осушения или увлажнения воздуха, воздухозаборные и распределительные устройства.

Приточная механическая вентиляция подает воздух, рас- пределяя его по всему помещению равномерно (общая приточная вентиляция) или в определенные места (местная приточная вентиляция). Данный вид вентиляции служит для разбавления воздуха и доведения параметров микроклимата (температуры, относительной влажности), пыли, вредных газов до гигиенических нормативов. Приточный воздух подается в помещение, как правило, с постоянным пребыванием людей.

1.4 Санитарный надзор за вентиляцией

Контроль осуществляется за состоянием воздушной среды в рабочей зоне при измерении следующих параметров: темпера- туры, относительной влажности и скорости движения

воздуха, концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, интен- сивности теплового облучения и работы вентиляционных си- стем (по ряду параметров вентиляции), скорости и температуры воздушных потоков, производительности, развиваемом давле- нии и числом оборотов вентилятора, разности давлений или разрежений, концентрации вредных веществ в приточном воз- духе, шуме и вибрации элементов вибрационных систем и др.
Замеренные параметры воздушной среды сравниваются с действующими нормами.
Отбор проб для определения концентрации вредных веществ производится в зоне дыхания работающих.
При измерении параметров микроклимата точки измерения располагаются равномерно по цеху при

14 Вредные вещества

В воздухе рабочей зоны могут находиться вредные вещества различного происхождения в виде газов, паров, аэрозолей, в том числе радиоактивные.
Состав чистого воздуха – это азот 78,08 %; кислород 20,94 %; аргон, неон, другие инертные газы и водяной пар 0,94 %; углекислый газ 0,03 %; прочие газы 0,01%.
Вредное вещество – это вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований пр санитарии могут вызывать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследований, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Вредные вещества – это химический опасный и вредный производственный фактор.

Действие на организм

По характеру воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на следующие группы:
а) общетоксические – вызывают отравление всего организма или поражающие отдельные системы (ароматические углеводороды, ртуть, свинец, фосфор);
б) раздражающие – вызывают раздражение слизитых оболочек дыхательных путей, глаз, лёгких, кожи. Изменяют реактивную способность организма. Вызывают профзаболевания – дерматиты, бронхиальная астма (аммиак, хлор, сероводород, сильные щелочи, кислоты,);
в) сенсибилизирующие – вызывают аллергические реакции (формальдегид, растворители, лаки, некоторые антибиотики - эритромицин);
г) канцерогенные – вызывают злокачественные или доброкачественные новообразования (асбест, смола ароматичные углеводороды)
д) мутагенные – нарушают генетический код клеток, наследственной информации. (свинец, ртуть, формальдегид, радиоактивные и наркотические вещества);
е) влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (бензол, сероуглерод, ртуть, свинец).
По характеру токсичности вв делятся на:
Раздражающие – разрушающие кожный покров и слизистые оболочки (фтор, хлор и др.);
Удушающие – разрушающие органы дыхания (аммиак, сероводород, угарный газ и др.);
Наркотические – действующие на кровь (ацетилен, бензол, финол идр.);
Соматические – действующие на нервную систему (свинец, мышьяк, митиловый спирт, сероводород)
Проф заболевания от воздействия вв.
Под действием вредных веществ в организме человека происходят различные нарушения. Эти нарушения проявляются в виде острых, хронических отравлений.

В развитии острого профессионального отравления, как правило, имеются две фазы: первая – неспецифических проявлений (головная боль, слабость, тошнота и т.д.) вторая

– специфических (например, отек легких при отравлении оксидами азота или паралич дыхания при отравлении сероводородом).

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении вредных веществ в организм в относительно небольших количествах. Они развиваются в результате накопления массы вредного вещества в организме (материальная кумуляция) или вызываемых им нарушений (функциональная кумуляция). Поражаемые органы и системы в организме при хроническом и остром отравлениях одним и тем же веществом могут отличаться. Например, при остром отравлении бензолом в основном страдает нервная система и наблюдается наркотическое действие, при хроническом – система кроветворения.

Действие химических веществ на кожу

Профессиональные заболевания кожи в большинстве случаев развиваются вследствие контакта кожи с одни, двумя или комплексом вредных производственных факторов.

Все химические вещества по их действию на кожу делятся на три основные группы: 1) оказывающие преимущественно раздражающее действие; 2) обладающие фотостимулирующими и фотосенсибилизирующими свойствами; 3) вещества-сенсибилизаторы.

В первую группу входят облигатные раздражители, вызывающие ожоги и изъявления кожи (концентрированные неорганические кислоты и щелочи, некоторые соли тяжелых металлов, вещества кожно-нарывного действия); факультативные первичные раздражители, вызывающие: а) контактные дерматиты (слабо концентрированные растворы кислот, щелочей, органические кислоты, большинство органических растворителей и др.); б) поражение фолликулярного аппарата (смазочные масла, деготь, пек, хлорированные нафталины и др.); в) токсическую меланодермию (нафтеновые углеводороды); г) ограниченные гиперкератозы и эпителиому (бензапрен, бенз-а-пирен, фенантрен и др.).

Во вторую группу включены химические вещества, вызывающие фотодерматиты (пек, гудрон, асфальт, толь).

Третью группу составляют вещества, вызывающие развитие аллергического дерматита, токсикодермии и экземы при контактном и неконтактном (пероральном, ингаляционном) введении аллергена.

Действие химических веществ на органы дыхания

В условиях промышленных производств ингаляционное поступление в организм работающих вредных веществ является наиболее частым. Однако путь вредных веществ всегда определяет место приложения их токсического действия: большая всасывающая поверхность легких способствует быстрому попаданию токсичных веществ в кровеносное русло, органы и ткани, что обуславливает общетоксическое резорбтивное действие ядов. Среди многообразия промышленных ядов значительное место занимают химические вещества раздражающего действия, токсический эффект которых проявляется путем прямого попадания в дыхательные пути, вызывая различные формы их поражения. Раздражающий эффект этих веществ может проявляться не только при воздействии на органы дыхания, но и при контакте с кожей, а также при попадании в глаза. Известны сочетанные формы интоксикаций, при которых одновременно наблюдается поражение органов дыхания, глаз и кожных покровов.

Комбинированное действие вредных веществ.

В связи со сложностью и многостадийностью химических производств в этих условиях на рабочих могут воздействовать одновременно несколько вредных химических веществ. Проявляется комбинированное действие ядов, то есть одновременное или последовательное действия на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Эти вещества могут использоваться в виде сырья, промежуточного и готового продуктов. Некоторые из них являются побочными продуктами технологического процесса. В других отраслях промышленности, таких как

металлургической, машиностроительной, в сельском хозяйстве и химико-фармацевтической промышленности также возможно комбинированное действие веществ.

a. Гигиеническое нормирование

Для ограничения неблагоприятного воздействия вредных веществ применяют гигиеническое нормирование их содержания в воздухе рабочей зоны.

Вредное действие химических веществ на организм человека изучает специальная наука — токсикология.

Токсикология — это медицинская наука, изучающая свойства ядовитых веществ, механизм их действия на живой организм, сущность вызываемого ими патологического процесса (отравления), методы его лечения и предупреждения. Область токсикологии, изучающая действие химических веществ на человека в условиях производства, называется промышленной токсикологией.

Токсичность — это способность веществ оказывать вредное действие на живые организмы. Основным критерием (показателем) токсичности вещества является ПДК (единицей измерения концентрации является мг/м3). Показатель токсичности вещества определяет его опасность.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3 – концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

При установлении ПДК вредных веществ руководствуются следующими основными принципами:

– Принцип порогового действия всех типов вредных веществ (в том числе мутагенного и канцерогенного действия). Есть концентрации, при которых нет вредного воздействия на человека, при превышении порога происходит переход количества в качество и начинается вредное действие.

– Принцип приоритета медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов по сравнению с технической достижимостью и экономическими требованиями сегодняшнего дня.

- Принцип опережения токсикологических исследований и установления гигиенических нормативов по сравнению с внедрением вещества в производство.

Методы защиты от воздействия вредных веществ делят на 3 группы:

1.Технические (основное направление – не допускать проникновения вредных веществ в воздух рабочей зоны):

- замена ядовитых веществ неядовитыми или менее ядовитыми. Например, ограничение или исключение применение таких растворителей, как бензол, дихлорэтан.

- гигиеническая стандартизация химического сырья и продукции. Примерами могут служить ограничение содержания ароматических углеводородов в бензинах, метилового спирта - в гидролизном спирте.

комплексная механизация и автоматизация технологических процессов;

герметизация технологического оборудования и коммуникаций;

своевременный ремонт оборудования;

промышленная вентиляция.

2.Медико–санитарные:

систематический контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

организация рационального и лечебного питания,

использование антидотов для профилактики профессиональных заболеваний.

регистрация и расследование всех случаев отравления, периодические медосмотры;

3.Организационные:

проведение инструктажей; организация рабочего места;
применение СИЗОД – фильтрующие респираторы и противогазы, изолирующие защитные приспособления. К изолирующим СИЗОД относятся шланговые и кислородные дыхательные аппараты.

15 Пыль

Пыль выводит из строя оборудование, снижает качество продукции, уменьшает освещенность производственных помещений, может быть причиной профессиональных заболеваний органов дыхания, поражения глаз и кожи, острых и хронических отравлений работников. Некоторые виды производственной пыли способны к самовозгоранию и даже взрыву, что позволяет относить пыль не только к вредным, но и опасным производственным факторам. Поэтому борьба с пылью является важной гигиенической задачей

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм. Пыль представляет собой аэрозоль, т.е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой – воздух.

Образование пыли и её выделение в воздух рабочей зоны имеет место во многих отраслях промышленности: в горнорудной и угольной промышленности – при бурении породы, взрывных работах, сортировке, измельчении; в машиностроении – при очистке, обрубке литья, шлифовке, полировке изделий; металлургии и химии – при выполнении пирометаллургических процессов выплавке металлов и плавки различных минеральных материалов; на текстильных предприятиях – при очистке и сортировке шерсти, хлопка, прядении, ткачестве и др. В пищевой и перерабатывающей отраслях промышленности основными источниками пылевыделения являются процессы, связанные с измельчением, шлифованием, шелушением, просеиванием, сортировкой полученных продуктов. Понятию «пыль» близки понятия «туман» и «дым», которые вместе с пылью объединяются общим термином «аэрозоль».

Классифицируют производственную пыль по происхождению на органическую, неорганическую и смешанную. Органическая пыль может быть животного происхождения (шерстяная, костная), растительного происхождения (древесная, хлопковая, чайная) или синтезированной из различных соединений (искусственная – пыль пластмасс, красителей, смол и др.), быть носителем микроорганизмов, клещей.

Химический состав пыли влияет на ее биологическую активность. Различают четыре вида биологического воздействия пыли по химическому составу:

- фиброгенное воздействие, т. е. свойство пыли вызывать фиброз – разрастание соединительной ткани (рубцовой ткани),которая нарушает нормальное строение и функции легких; фиброгенность пыли зависит главным образом от содержания в ней свободной двуокиси кремния;
- аллергенное воздействие, т. е. свойство пыли вызывать у человека повышенную чувствительность к повторному воздействию пыли (например, пыль канифоли, хлопка, соломы, сосны, шерсти и т. д.);
- токсическое воздействие, т. е. способность некоторых видов пыли (в основном металлов) всасываться в кровь, вызывая общее отравление организма;
- раздражающее действие – свойство пыли некоторых веществ вызывать раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, которое сопровождается чиханием, кашлем, местными воспалительными процессами;

К раздражающим пылям относятся: минеральная – а) песочно-кварцевая, также пыль, образующаяся в технологических операциях (размоле, просеивании, смешивании, транспортировке и т. п.);

б) металлическая – чугунная, железная, медная, алюминиевая, цинковая и другие, образующиеся при разных видах механической обработки металлов;
в) древесная, образующаяся при обработке древесины;
г) полимерная, возникающая на различных стадиях технологических процессов переработки полимеров (полиэтиленовая, полистирольная, фенолформальдегидная и т. д.);
По воздействию на организм человека пыли подразделяются на ядовитые и неядовитые.
Ядовитая пыль, растворяясь в биологических средах организма вызывает отравление. Например, свинец, проникая в организм человека вместе с вдыхаемым воздухом, вызывает изменение в нервной системе, крови и сосудах, дыхательных путях.
Неядовитая может воздействовать на организм, раздражая кожу, глаза, уши, дёсны, а проникая в лёгкие, вызывать профессиональные заболевания. Неядовитая пыль, кроме того, может явиться переносчиком микробов, адсорбировать ядовитые или радиоактивные вещества, приобретать электрический заряд, что увеличивает ее вредное воздействие.

Действие на организм

Качество воздуха в помещениях, его воздействие на организм человека в значительной мере обусловлены содержанием в нём взвешенных частиц и, главным образом, пыли. Присутствие в воздухе пыли самым непосредственным образом отражается на здоровье человека, находящегося в производственном помещении. Пыль технологического происхождения, в том числе пыль пищевых производств, характеризуется большим разнообразием по всем основным свойствам: химическому составу, размеру частиц, их форме, характеру краёв частиц, плотности и так далее. Соответственно очень разнообразно воздействие пыли на организм человека. Пыль причиняет вред организму в результате механического воздействия (повреждение дыхательных органов острыми кромками пыли), химического (отравление, интоксикация, накопление) и бактериологического (проникновение в организм вместе с пылью болезнетворных бактерий).
Пылевые частицы размером 5 мкм и меньше способны проникать глубоко в лёгкие, вплоть до альвеол. Пылинки размером 5–10 мкм в основном задерживаются в верхних дыхательных путях и в бронхах, а в лёгкие попадают в небольшом количестве. Частицы размером более 10 мкм почти не проникают в лёгкие, задерживаясь в верхних дыхательных путях, и обычно довольно быстро осаждаются.

Гигиеническое нормирование

Гигиеническое нормирование – основа проведения мероприятий по борьбе с пылью. В России установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в воздухе, соблюдение которых при работе длительностью не более 8 ч в день в течение всего трудового стажа не приводит у работающих к заболеваниям или отклонениям в состоянии здоровья.
Нормирование АПФД в воздухе осуществляется по гравиметрическому показателю – по массе вещества, содержащегося в 1 $м^3$ воздуха.
Гравиметрический метод измерения концентрации пыли реализуется путём осаждения частиц на фильтре из протягиваемого через него воздуха.
В соответствии с ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» ПДК веществ, относящихся к АПФД, являются среднесменными (ПДКсс). АПФД контролируют по среднесменным концентрациям (Ссс, $мг/м^3$). Ссс – концентрация аэрозоля, определяемая по результатам непрерывного или дискретного отбора проб в зоне дыхания работающих при основных технологических операциях. Зона дыхания – пространство в радиусе до 50см от лица работающего.
Класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с АПФД определяют в соответствии с Р2.2.2006–05, исходя из фактических величин Ссс АПФД и кратности превышения ПДКсс.

В санитарно–гигиеническом законодательстве (Р 2.2.2006–05) закреплено представление о значимости пылевых нагрузок на органы дыхания, как суммарных экспозиционных дозах пыли за весь период профессионального контакта. Пылевая нагрузка рассчитывается как произведение среднесменной концентрации пыли, индекса объёма лёгочной вентиляции в зависимости от тяжести работ, числа рабочих смен в году и общего числа лет работы в контакте с пылью.

Методы определения (оценки) запылённости воздуха разделяют на две группы:

- Первая группа предполагает выделения пылевых частиц весовым или счётным методом.
- Вторая группа предполагает выделение дисперсной фазы из аэрозоля одним из принципов: фотометрический, радиоизотопный, фотоэлектрический, оптический, акустический, электроиндукционный.

При весовом методе определения запылённости воздуха используется электроаспиратор ЭА-30. С помощью этого устройства запыленный воздух протягивают через фильтр. Затем взвешивают фильтр и определяют ее массу мг/ $м^3$.

Счетный метод позволяет определить общее количество пылевых частиц в единице объема воздуха и соотношения их размеров. Для этого пыль, содержащуюся в определенном объеме воздуха, осаждают на стекло, покрытое прозрачной клейкой пленкой, под микроскопом определяют форму, количество и размеры пылевых частиц.

Основными мероприятиями по снижению запылённости воздуха производственных помещений являются: изменение технологии производства, автоматизация труда, рациональное размещение санитарно–технических устройств, устройство системы аспирации с последующей пылеочисткой, увлажнение сырья, укрытие пылящего оборудования с отсосом воздуха из-под укрытий; пылеподавление водой и водяным паром, механическая местная вытяжная вентиляция, влажная уборка. Если нет возможности снизить запылённость воздуха в рабочей зоне необходимо применять СИЗ – респираторы, шлемы, защитные очки, скафандры с подачей чистого воздуха, противопылевая одежда, защитные мази и пасты. Сопротивляемость развитию пылевого поражения повышается при ультрафиолетовом облучении в фотариях.

Лечебно–профилактические мероприятия включают предварительный и периодический медицинский контроль за состоянием здоровья работающих. Сроки проведения периодических медицинских осмотров зависят от вида производства, профессии, уровня содержания диоксида кремния в пыли.

Противопоказаниями для приема на работу в условиях возможного пылевого воздействия являются туберкулез лёгких, хронические заболевания органов дыхания, сердечно–сосудистой системы, глаз, кожи.

Система лечебно–профилактических мероприятий включает ингалятории, фотарии, санатории–профилактории.

16 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Наибольшее количество информации (около 90%) об окружающем нас мире человек получает посредством зрения. Качество этой информации во многом зависит от освещения. В связи с этим обеспечение гигиенически рационального естественного и искусственного освещения имеет важное значение для нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека. Уровень освещенности оказывает влияние на психические функции и физиологические процессы в организме человека.

Комплекс световых реакций человека, возникающий при воздействии лучистой энергии солнца в его оптическом спектре, т.е. в диапазоне ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных излучений, представляет собой природную световую среду, или световой климат.

Из всего спектра электромагнитных колебаний только видимый спектр излучения

воздействует на светочувствительные элементы глаза, создавая ощущение света. Наибольшая чувствительность глаза наблюдается к колебаниям с длиной волны 555 нм, которые воспринимаются как желто-зеленый цвет. Чувствительность глаза к желто-зеленому цвету принимается равной 1.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном функциональном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает опасность травматизма.

Требования к производственному освещению

1 Освещенность на рабочих местах должна соответствовать характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочих поверхностей от 100 до 1000 лк улучшает условия видения объектов, повышает производительность труда на 10–20 %, уменьшает брак на 20 %, снижает количество несчастных случаев на 30 %.

При 1000 лк утомление имеет минимальное значение. Однако существует предел, когда дальнейшее увеличение освещенности почти не дает эффекта (Е более 1000 лк) и является экономически нецелесообразным.

2 Достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности. При неравномерной яркости в процессе работы глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения. Степень неравномерности освещенности определяется коэффициентом неравномерности, - отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности. Равномерность освещенности достигается рациональной схемой размещения светильников, системой освещения.

3 Отсутствие резких теней на рабочих поверхностях. В поле зрения человека резкие тени искажают размеры и формы объектов различения, что повышает утомление зрения, а движущиеся тени могут привести к травмам.

4 Отсутствие блескости. Блескость вызывает нарушение зрительных функций – ослепленность, возникающую при наличии в поле зрения чрезмерно большой яркости и приводящей к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Блеклость - это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов.

Различают блеклость прямую (создается источниками света и осветительными приборами - светильники, окна) и отраженную (от зеркальных поверхностей). Способом защиты от прямой блеклости является понижение яркости источника света с помощью отражателей и рассеивателей, правильный выбор защитного угла светильника и высоты его подвеса. Ослабление отраженной блеклости может быть достигнуто правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, изменением угла наклона рабочей поверхности, устройством отраженного освещения, заменой блестящих поверхностей матовыми.

5 Постоянство освещенности во времени. Колебания освещенности вызывают переадаптацию глаза, приводят к значительному утомлению.

6 Правильная цветопередача. Спектральный состав света должен отвечать характеру работы.

7 Обеспечение электро-, взрыво- и пожаробезопасности. Неправильная эксплуатация, ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок в пожаро- и взрывоопасных цехах (неправильный выбор светильников, проводов), могут привести к взрыву, пожару и несчастным случаям.

8 Экономичность. Определяется, во-первых, экономическими и эксплуатационными характеристиками источника света (светоотдача и срок службы лампы) и, во-вторых, является основой выбора варианта проектного решения осветительной установки. Основные санитарно- гигиенические требования к производственному освещению сформулированы в СНиП 23-05–95, отраслевых нормах и др.

Виды производственного освещения. В зависимости от источника света освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным. Искусственное освещение применяется в темное время суток и в помещениях, где нет естественного освещения. Источниками искусственного освещения являются лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы (ГРЛ).

Естественное освещение может быть верхним и боковым. Искусственное местным, общим и комбинированным. По функциональному назначению освещение подразделяется на: рабочее, аварийное, и специальное.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений

Аварийное освещение (в помещениях и на местах производства наружных работ) нужно предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса, нарушению работы электростанций. Наименьшая освещенность, создаваемая аварийным освещением, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий.

Специальное освещение может быть эвакуационным, охранным, ремонтным, сигнальным, бактерицидным и эритемным.

Гигиеническое нормирование

Нормирование освещения осуществляется на основании санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 –03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», строительных норм и правил СНиП 23-05–95 «Естественное и искусственное освещение», согласно которым принято раздельное нормирование естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Нормы предусматривают наименьшую требуемую освещенность рабочих поверхностей производственных помещений, исходя из условий зрительной работы. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения. Объект различения - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется воспринимать глазом в процессе работы.

В зависимости от размера объекта различения (от менее 0,15мм до более 5мм) все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на 8 разрядов (I-VIII), которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на 4 подразряда (а, б, в, г).

Уровни освещенности установлены для каждого подразряда работ. При этом освещенность тем выше, чем темнее фон, меньше размер детали и контраст ее с фоном.

Для работ высших разрядов (от I до V) значения освещенности устанавливаются в зависимости от системы общего или комбинированного освещения. Для остальных низших разрядов (Vв - VIIIв) работ малой точности или грубых нормируется освещенность только системы общего освещения. Местное освещение при таких работах нецелесообразно или невозможно. Для работ 1 разряда зрительных работ (например, обработка драгоценных камней - 1500 лк, в лекционных залах 500 лк, для грубых работ 100-200 лк)

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности).

Следует отметить, что в ряде случаев СниП предусматривают как повышение, так и понижение уровней освещенности в зависимости от характера работы.

Увеличение освещенности предусматривается при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы в течение всего

рабочего дня. Понижается освещенность при кратковременном пребывании людей в помещении и наличии оборудования, не требующего постоянного наблюдения.

Нормирование естественного освещения

Вследствие крайней изменчивости природного освещения не только в течение суток, но даже в течение коротких промежутков времени для нормирования и расчета естественного освещения помещений принята относительная величина, называемая коэффициентом естественной освещенности (КЕО), который равен отношению естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке помещения светом неба (непосредственно или после отражений) $Е_{вн}$, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $Е_{н}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженному в процентах:

$КЕО=Е_{вн}/Е_{н}$ 100. Значение коэффициента естественной освещенности в соответствии со СНиП 23-05–95 находится в пределах 0,1–10 %.

17 Производственный шум

Сочетание звуков различной частоты и интенсивности называется шумом. Шумом являются всякого рода звуки, мешающие восприятию полезных звуков или нарушающие тишину, и также звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие на организм человека.

Звук как физическое явление представляет собой волновое колебание упругой среды. Звуковые волны возникают в том случае, когда в упругой среде имеется колеблющееся тело или когда частицы упругой среды приходят в колебательное движение в продольном или поперечном направлении в результате воздействия на них какой-либо возмущающей силы.

Источниками звуков и шумов являются колеблющиеся твердые, жидкие или газообразные среды. Колебательные возмущения, распространяющиеся от источника звука в окружающей среде, называются звуковыми волнами, а пространство, в котором они наблюдаются, – звуковым полем.

В газообразной среде (воздухе) могут распространяться только продольные волны, в которых частицы среды колеблются вдоль направления распространения волн.

Направление распространения звуковой волны называется звуковым лучом. Фронт волны перпендикулярен звуковому лучу. В общем случае фронт волны имеет сложную форму, но в практических случаях ограничиваются рассмотрением трех видов волн: плоской, сферической и цилиндрической. В виде плоской волны звук распространяется, когда размеры источника звука больше, чем длина излучаемой звуковой волны. Плоская волна образуется на значительных расстояниях от источника любых размеров.

С физиологических позиций звук – это ощущение, возникающее в ухе человека в результате изменения давления.

Звуковое давление измеряется в Паскалях (1 Па=1 $Н/м^2$). Ухо человека ощущает звуковое давление от $2–10^{–5}$ до $2–10^2$ $Н/м^2$.

Звуковые волны являются носителями энергии. Звуковая энергия, которая приходится на 1 $м^2$ площади поверхности, расположенной перпендикулярно к распространяющимся звуковым волнам, называется силой звука и выражается в $Вт/м^2$. Так как звуковая волна представляет собой колебательный процесс, то он характеризуется такими понятиями, как период колебания (Т) – время, в течение которого совершается одно полное колебание, и частота колебаний (Гц) – число полных колебаний за 1 с. Совокупность частот дает спектр шума.

Шумы содержат звуки разных частот и различаются между собой распределением уровней по отдельным частотам и характером изменения общего уровня во времени. Для гигиенической оценки шума используют звуковой диапазон частот от 45 до 11 000 Гц, включающий 9 октавных полос со среднегеометрическими частотами в 31,5; 63; 125; 250;

500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Орган слуха различает не разность, а кратность изменения звуковых давлений, поэтому интенсивность звука принято оценивать не абсолютной величиной звукового давления, а его уровнем, т.е. отношением создаваемого давления к давлению, принятому за единицу сравнения.

В диапазоне от порога слышимости до болевого порога отношение звуковых давлений изменяется в миллион раз, поэтому для уменьшения шкалы измерения звуковое давление выражают через его уровень в логарифмических единицах – децибелах (дБ).

Ноль децибел соответствует звуковому давлению $2–10^{-5}$ Па, что приблизительно соответствует порогу слышимости тона с частотой 1000 Гц.

В качестве интегральной (одним числом) характеристики шума на рабочих местах применяется оценка уровня звука в дБА (измеренных по так называемой шкале А шумомера), представляющих собой средневзвешенную величину частотных характеристик звукового давления с учётом биологического действия звуков разных частот на слуховой анализатор.

8.1 Источники шума

Шум является одним из наиболее распространённых неблагоприятных факторов производственной среды, воздействие которого на работающих, сопровождается развитием у них преждевременного утомления, снижением производительности труда, ростом общей и профессиональной заболеваемости, а также травматизма.

В настоящее время трудно назвать производство, на котором не встречаются повышенные уровни шума на рабочих местах. К наиболее шумным относятся горнорудная и угольная, машинно–строительная, металлургическая, нефтехимическая, лесная и целлюлозно–бумажная, радиотехническая, легкая и пищевая, мясомолочная промышленности и др.

На заводах железобетонных конструкций шум достигает 105–120 дБА. Шум является одной из ведущих профессиональных вредностей в деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленностях. Так, на рабочем месте рамщика и обрезчика уровень шума колеблется от 93 до 100 дБА с максимумом звуковой энергии в области средних и высоких частот. В этих же пределах колеблется шум в столярных цехах, а лесозаготови- тельные работы (валка, трелевка леса) сопровождаются уровнем шума от 85 до 108 дБА за счет работы трелевочных лебедок, тракторов и других механизмов.

Подавляющее большинство производственных процессов в прядильных и ткацких цехах также сопровождается образованием шума, источником которого является бойковый механизм ткацкого станка, удары погонялки челнока. Наиболее высокий уровень шума наблюдается в ткацких цехах – 94–110 дБА.

Наиболее шумными операциями в машиностроении, в том числе, авиастроении, автомобилестроении, вагоностроении и др. следует считать обрубные и клепальные работы с использованием пневматических инструментов, режимные испытания двигателей и их агрегатов различных систем, стендовые испытания на вибропрочность изделий, барабанную готовку, шлифовку и полировку деталей, штампопрессовую заготовку.

Для нефтехимической отрасли характерными являются высокочастотные шумы различных уровней за счет сброса сжатого воздуха из замкнутого технологического цикла химических производств или от оборудования, работающего на сжатом воздухе, например, сборочных станков и вулканизационных линий шинных заводов.

Металлургическую промышленность в целом можно отнести к отрасли с выраженным шумовым фактором. Так, интенсивный шум характерен для плавильных, прокатных и трубопрокатных производств. Из производств, относящихся к этой отрасли, шумными условиями характеризуются метизные заводы, оснащенные холодновысадочными автоматами.

В лесной и целлюлозно–бумажной отраслях наиболее шумными являются деревообрабатывающие цеха.

В горнорудной и угольной промышленностях наиболее шумными являются операции

механизированной добычи полезных ископаемых как с использованием ручных машин (пневмо- перфораторы, отбойные молотки), так и с помощью современных стационарных и самоходных машин (комбайны, буровые станки и пр.).

Пищевая промышленность – наименее шумная из всех. Характерные для нее шумы генерируют поточные агрегаты кондитерских и табачных фабрик. Однако отдельные машины этих производств создают значительный шум, например, мельницы зерен какао, некоторые сортировочные машины.

В каждой отрасли промышленности имеются цеха или от- дельные компрессорные станции, снабжающие производство сжатым воздухом или перекачивающие жидкости или газооб- разные продукты. Последние имеют большое распространение в газовой промышленности как большие самостоятельные хозяйства. Компрессорные установки создают интенсивный шум.

Шум является также наиболее характерным неблагоприятным фактором производственной среды на рабочих местах пассажирских, транспортных самолетов и вертолетов; подвижного состава железнодорожного транспорта; морских, речных, рыбопромысловых и других судов; автобусов, грузовых, легковых и специальных автомобилей; сельскохозяйственных машин и оборудования; строительнодорожных, мелиоративных и дру гих машин.

Уровни шума в кабинах современных самолетов колеблются в широком диапазоне – 69–85 дБА (магистральные самолеты для авиалиний со средней и большой дальностью полета). В кабинах автомобилей средней грузоподъемности при различных режимах и условиях эксплуатации уровни звука составляют 80–102 дБА, в кабинах большегрузных автомобилей – до 101 дБА, в легковых автомобилях – 75–85 дБА.

Таким образом, для гигиенической оценки шума важно знать не только его физические параметры, но и характер трудовой деятельности человека–оператора, и, прежде всего, степень его физической или нервной нагрузки.

18 Вибрация

Общие сведения

Под вибрацией понимают механические колебания упругих тел, характеризующиеся периодичностью изменения параметров. Вибрация возникает при неправильной балансировке валов, шкивов в машинах и станках, воздействии динамических нагрузок, при работе машин и механизмов ударного действия.

Основными параметрами характеризующими вибрацию являются: виброперемещение, виброскорость и виброускорение.

Виброперемещение (x) – величина отклонения колеблющейся точки от положения равновесия.

Виброскорость м/с (υ) и виброускорение м/с^2 (а) являются соответственно первой и второй производной по времени от виброперемещения.

9.1 Действие на организм

Вибрация может оказывать на человека как положительное, так и отрицательное действие. Вибрация относится к факторам, обладающим значительной биологической активностью. Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты, амплитуды, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явления резонанса и других условий.

При изучении биологического действия вибрации принимается во внимание характер её распространения по телу человека, которое рассматривается как сочетание масс с упругими элементами. В одном случае это всё туловище с нижней частью позвоночника и тазом (стоящий человек), в другом случае – верхняя часть туловища в сочетании с

верхней частью позвоночника, нагибающийся вперёд (сидящий человек). Независимо от места возбуждения колебания затухают при распространении по телу тем больше, чем выше их частота, причём величина затухания не зависит от уровня интенсивности колебаний в зоне возбуждения.

Благоприятное воздействие оказывает местная вибрация малой интенсивности: восстановление трофических изменений, быстрое заживление ран, притупление боли, улучшение функционального состояния центральной нервной системы и др.

Длительное воздействие общей вибрации может привести к развитию вибрационной болезни.

9.2 Гигиеническое нормирование

Основным законодательным документом гигиенического нормирования вибрации является СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учётом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Нормируемыми параметрами являются среднеквадратические значения виброскорости (v) и виброускорения (a), и их логарифмические уровни (L_v, L_a).

Нормируемый диапазон частот устанавливается:

- для локальной вибрации в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500;1000 Гц;
- для общей вибрации в виде октавных или 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5;40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

ПДУ нормируемых параметров производственной локальной вибрации и общей вибрации всех категорий при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в таблицах СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на человека для длительно-сти смены 8 часов в октавных полосах частот приведены в таблице 5.

Допустимое значение вибрации U_T при длительности её воздействия T менее 480 мин (8 ч) определяется по формуле $U_T=U_{480}\cdot(480/T)^{1/2}$, где U_{480}–норма вибрации при длительности воздействия 480 мин. Максимальный уровень вибрации не должен превышать значений, вычисленных для T=30 мин.

9.1 Профилактические мероприятия

Меры профилактики неблагоприятного воздействия вибрации и сопутствующих факторов при работе с виброинструментами включают также организационно–технические, административные и медико–профилактические мероприятия.

Организационно–технические мероприятия:

- Защиту временем – режимы труда, рациональное распределение работ с виброинструментами в течение рабочей смены, рациональное использование регламентированных перерывов;

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. Так, при работе с

ручными машинами, удовлетворяющими требованиям санитарных норм, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать 2/3 рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, входящие в данную операцию, не должна превышать для ручных машин 15—20 мин.

– Меры коллективной защиты, особенно при работе на открытых площадках в холодный период года (наличие помещений для обогрева, отдыха и укрытия от неблагоприятных метеорологических условий);

– Средства индивидуальной защиты (антивибрационные рукавицы, противошумные наушники или вкладыши, тёплая специальная одежда; при обводнении и охлаждающем действии воды–водонепроницаемая одежда, рукавицы, обувь).

Административные меры – допуск к работе только исправных и отрегулированных инструментов с виброзащитой, проведение периодического контроля за уровнями вибрации, обеспечение работников эффективными средствами индивидуальной и коллективной защиты, профилактическим питанием, обучение работников правильным способам работы с виброинструментом, прохождение работниками регулярных медицинских осмотров и т.д.).

Медико–профилактические мероприятия включают: проведение периодических и предварительных медицинских осмотров, физиотерапевтические меры, витаминопрофилактику, санаторно–курортное лечение и др.

19 Ионизирующее излучение

11.1 Общие сведения

Ионизирующим называется излучение, которое, проходя через среду, вызывает ионизацию или возбуждение молекул среды. Ионизирующее излучение (ИИ), так же как и электро- магнитное, не воспринимается органами чувств человека. Поэтому особенно опасно, так как человек не знает, что он подвергается его воздействию.

Различают естественные и искусственные источники ионизирующего излучения. Природное ИИ присутствует повсюду. Оно поступает из космоса в виде космических лучей. Оно есть в воздухе в виде излучений радиоактивного радона и его вторичных частиц. Радиоактивные изотопы естественного происхождения проникают во все живые организмы и остаются в них. Ионизирующего излучения невозможно избежать. Естественный радиоактивный фон существовал на Земле всегда, и жизнь зародилась в поле его излучений, а затем – много–много позже – появился и человек. Эта природная (естественная) радиация сопровождает нас в течение всей жизни. Космическое излучение и радиоактивные вещества, находящиеся в окружающей нас среде, являются источниками внешнего излучения. Радиоактивные вещества, содержащиеся в теле человека или поступающие в организм с вдыхаемым воздухом, пищей или водой, обуславливают внутреннее облучение.

Физическое явление радиоактивности было открыто в 1896 г. А. Беккерелем и сегодня оно широко применяется во многих областях.

Источники ионизирующих излучений применяют для контроля качества сварных соединений, борьбы со статическим электричеством, дефектоскопии металлов, определения уровня агрессивных сред в замкнутых объёмах и др. Их используют в сельском хозяйстве, атомной энергетике, медицине и геологической разведке. Знаки «выхода» в зданиях и самолётах благодаря содержанию радиоактивного трития светятся в темноте в случае внезапного отключения электричества. Многие приборы пожаной сигнализации в жилых домах и общественных зданиях содержат радиоактивный америций.

Ионизирующие излучения имеют ряд общих свойств, два из которых являются наиболее

важными: способность проникать через материалы различной толщины; ионизировать воздух и живые клетки организма.

Мерой радиоактивности какого–либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени, является активность: $A=dN/dt$, где dN – ожидаемое значение числа спонтанных ядерных переходов с данного уровня энергии за отрезок времени dt. Единицей активности является беккерель (Бк), 1 Бк равен одному распаду в секунду. Использовавшаяся ранее внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет $3{,}7\cdot10^{10}$ Бк. Время, в течении которого распадается в среднем половина исходных атомов, называется периодом полураспада $T_{1/2}$. Период полураспада связан с постоянной распада λ соотношением: $T_{1/2}=\ln2/\lambda=0{,}693/\lambda$.

Зависимость активности от времени описывается выражением: $A(t)=\lambda\cdot N(t)=A_0\cdot e^{-\lambda t}=A_0\cdot 2\text{^}(T_{1/2})^{-1}$, где A_0 – активность в начальный момент времени, $A_0=\lambda\cdot N_0$, где N_0 – число радиоактивных атомов в начальный момент времени.

11.2 Дозиметрические единицы

Основным параметром, характеризующим поражающее действие проникающей радиации, является доза излучения.

Доза излучения – это количество энергии ионизирующих излучений, поглощенной единицей массы облучаемой среды. Различают экспозиционную, поглощенную, эквивалентную и эффективную дозы.

Экспозиционная доза $D_э$ представляет собой отношение полного заряда Q ионов одного знака, возникающих в малом объёме воздуха к массе m воздуха в этом объёме (обычно берут отношение компонентов dQ и dm): $D_э=dQ/dm$. За единицу $D_э$ принимают кулон на килограмм (Кл/кг). Применяют и внесистемную единицу рентген (Р), $1Р=2{,}58\cdot10^{-4}$ Кл/кг.

Биологическое действие ИИ на живой организм определяется поглощённой дозой излучения $D_{погл}$, представляющей собой отношение средней энергии dE, переданной излучением веществу в элементарном объёме: $D_{погл}=dE/dm$. Единицей поглощённой дозы является грей (Гр), 1Гр=1 Дж/кг. Применяется также единица рад, 1рад=0,01 Гр.

Для наглядного представления о величине энергии равной 1 Дж вспомним, что 1 Дж – это кинетическая энергия, которую приобретает тело массой 100 г при свободном падении с высоты, равной 1 м, или 1 Дж – это энергия, которая необходима, чтобы повысить температуру 1 г воды на $0{,}24\ ^0C$.

Поглощённая доза является основной дозиметрической величиной, характеризующей не самоизлучение, а его воздействие на вещество.

Поглощённая доза не отражает в полной мере действия ИИ на живой организм, так как биологический эффект зависит не только от величины поглощённой энергии, но и от ряда других параметров, обусловленных характером и условиями облучения (равномерность распределения в организме, плотность ионизации, дробность облучения, мощность дозы и др.). Плотность ионизации является главным фактором, поскольку число пар ионов, образованных на единицу пути, в веществе у α– частиц существенно больше, чем у β–частиц (электронов), то биологический эффект при одной и той же дозе (величине поглощённой энергии) будет больше при облучении α–частицами, чем β–частицами или γ–излучением.

Действие ИИ на организм зависит от пространственного распределения поглощённой энергии, характеризуемого линейной передачей энергии заряженных частиц в среде.

Радиационную опасность хронического действия излучения произвольного состава оценивают по эквивалентной дозе $D_{экв}$ облучения, определяемой как произведение поглощённой дозы на средний коэффициент качества $K_к$ излучения в данной точке ткани: $D_{экв}=D_{погл}\cdot K_к$ Измеряют эквивалентную дозу в зивертах (Зв=Дж/кг). Применяют также биологический эквивалент рада (бэр), 1 бэр=0,01 Зв. Зиверт равен эквивалентной дозе

излучения, при которой поглощённая доза равна 1 Гр и коэффициент $К_К$=1. Отнесённые к единице времени поглощённая экспози-ционная и эквивалентная дозы представляют собой мощности соответствующих доз.

Коэффициент качества $К_К$, используемый для сравнения биологического действия различных видов излучения при обосновании радиационной защиты, – безразмерный параметр, который характеризует зависимость неблагоприятных последствий облучения человека в малых дозах от полной линейной передачи энергии излучения.

Значения $К_К$ для некоторых видов излучения при длительном облучении всего тела следующие: фотоны, электроны и ионы любых энергий – 1; нейтроны с энергией от 10кэВ до 100 кэВ и 2 МэВ до 20 МэВ – 10, от 100 кэВ до 2 МэВ – 20, менее 10 кэВ и более 20 МэВ – 5; α–частицы, осколки деления, тяжёлые ядра – 20.

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для R видов излучения: $D_{экв}=\Sigma D_{экв} \cdot R$.

В ряде случаев облучению подвергается не всё тело, а один или несколько органов. Такая ситуация чаще всего реализуется при внутреннем облучении, т.е. при поступлении радионуклидов в организм с вдыхаемым воздухом или пищевыми продуктами. Радионуклид, ка и неактивный нуклид данного химического элемента, накапливается в том или ином органе. В частности радионуклиды йода поступают преимущественно в щитовидную железу, радия и стронция – в костную ткань, поло- ния – в печень, селезёнку, почки и т.д.

Поскольку органы и ткани человека обладают различной радиочувствительностью, то для оценки риска возникновения отдалённых последствий при облучении всего организма или отдельных органов используется понятие эффективной эквивалентной дозы (Е). Единица этой дозы – зиверт (Зв). Она также как и эквивалентная доза применима только для хронического облучения в малых дозах и является мерой оценки ущерба для здоровья по выходу отдалённых последствий.

По определению: $E=\Sigma D_{экв} \cdot W_T$, а $\Sigma W_T=1$, где $D_{экв}$ – эквивалентная доза в органе или ткани Т; W_T – взвешивающий коэффициент для органа или ткани Т, который характеризует относительный риск на единицу дозы по выходу отдалённых последствий при облучении данного органа по отношению к облучению всего тела. Значения W_T для различных видов излучения составляют: гонады – 0,20; красный костный мозг, лёгкие, толстый кишечник, желудок – 0,12; молочные железы женщин, щитовидная железа, печень, пищевод, мочевой пузырь – 0,05; клетки костных поверхностей, кожа – 0,01; прочие органы – 0,05.

Из представленных данных следует, что при облучении например, только щитовидной железы (W_T=0,05) эффект по отдалённым последствиям будет составлять всего 5 % от того эф- фекта, который может быть реализован при облучении всего те- ла. Соответственно он равен 20 % для гонад, 12 % для лёгких и т.д.

11.3 Нормы радиационной безопасности

Основными юридическими документами, регламентирующим требования Федерального закона «О радиационной безопасности населения» в форме основных пределов доз, допустимых уровней воздействия ИИ и других требований по ограничению облучения человека являются СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009» и СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ 99/2010».

НРБ распространяются на следующие виды воздействия ИИ на человека:

– в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
– в результате радиационной аварии;
– от природных источников излучения;

– при медицинском облучении.

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения.

Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении закрытых источников, основаны на знании законов распространения ИИ и характера их взаимодействия с веществом. Главные из них следующие:

1) доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности и времени действия излучения;

2) интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в них в единицу времени, и обратно пропорциональна квадрату расстояния;

3) интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Основные принципы обеспечения радиационной безопасности, вытекающие из этих закономерностей следующие: уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); сокращение времени работы с источником (защита временем); увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ИИ (защита экранами).

Защита от открытых источников ионизирующих излучений предусматривает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, связанного с возможным проникновением радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения или через кожу.

Все виды работ с открытыми источниками ионизирующих излучений разделены на три класса. Класс работы определяет требования к устройству и размещению помещений, в которых они проводятся. На дверях таких помещений указывают класс работы и вывешивают знак радиационной опасности.

Чем выше класс выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения.

Способы защиты персонала при этом следующие:

1) использование принципов защиты, применяемых при работе с источниками излучения в закрытом виде;

2) герметизация производственного оборудования с целью изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду;

3) мероприятия планировочного характера. Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других помещений и участков, имеющих иное функциональное назначение. Помещения для работ I класса должны размещаться в отдельных зданиях или в его изолированной части с отдельным входом через санитарный пропускник. Помещения для работ II класса должны размещаться в изолированной части здания и иметь санитарный пропускник или душевую с дозиметрическим контролем на выходе. В них должны быть вытяжные шкафы, боксы; работы III класса могут проводиться в отдельных специально выделенных комнатах;

4) Защита предполагает проведение мероприятий по борьбе с накоплением радиоактивной пыли и ее удалению из производственного помещения. К этим мероприятиям относятся: покраска или облицовка стен, потолка и пола помещения, их влажная уборка, организация вытяжной вентиляции.

использование СИЗ. При работах I класса и некоторых работах II класса предусматриваются полное снятие одежды работающими, переход их через санпропускник, надевание рабочей одежды (комбинезон, белье, шапочка, носки и обувь), а после работы – душ, дозиметрический контроль и лишь после этого надевание домашней одежды и обуви. Для измерения дозы облучения за время

работы всем выдаются личный дозиметр типа ДКП-50-А; он позволяет измерять дозы облучения от 0,1 до 5 МЗв при мощности дозы излучения от 0,5–20 мЗв/ч. Для защиты от загрязнения рук работающим выдаются перчатки, а для защиты от радиоактивной – пыли респираторы.

На время ликвидации аварий, ремонтных работ применяют изолирующие пневмокостюмы или костюмы с автономным питанием.

Рабочий день при работах I и II класса должен составлять 4–6 часов. Работающие с радиоактивными веществами обеспечиваются специальным питанием или молоком.

5) Помещения должны быть оборудованы механической вентиляцией с кратностью обмена воздуха не менее 10 раз в час. Скорость движения воздуха в рабочих проемов шкафов и укрытий должна быть не менее 1,5 м/с. Перед выбросом в атмосферу воздух должен обязательно очищаться на специальных фильтрах до определенных норм.

6) Профилактика методом фармакохимической защиты применяется в случае неизбежного облучения работающих в дозах превышающих предельно допустимые. В организм за определенное время до облучения вводятся вещества, снижающие радиационное поражение. Такие вещества называются радиозащитными или радиопротекторами. К ним относятся серосодержащие вещества (цистамин, цистафост, гаммафост и др.); биологически активные амины (мексамин, индралин и др.).

20 Электромагнитное излучение

10.1 Общие сведения

Общеизвестно, что человек и окружающая среда находятся под интенсивным воздействием электромагнитных полей, создаваемых как естественными, так и техногенными источниками электромагнитного излучения (ЭМИ). Если электромагнитные поля естественных источников, таких как Космос, Галактика, Солнце являются постоянными природными характеристиками среды обитания человека, то электромагнитные поля (ЭМП), создаваемые техногенными источниками, используемые как в экономических, так и в военных целях, оказывают, как правило, либо побочное, либо прямое воздействие на человека.

Проблема взаимодействия человека с ЭМП техногенного характера существенно осложнилась в последнее время в связи с интенсивным развитием радиосвязи, радионавигации, телевизионных систем, расширением сферы применения электромагнитной энергии для осуществления определённых технологических операций, широким распространением компьютерной техники, массовым распространением бытовых электро– и электронных приборов.

Тенденция наращивания плотности электромагнитной энергии в окружающей среде привела к тому, что в настоящее время напряжённость полей создаваемых техногенными источниками, превосходили на несколько порядков напряжённость соответствующих по частоте полей естественного происхождения.

При характеристике электромагнитной обстановки пользуются терминами «электрическое поле», «магнитное поле», «электромагнитное поле»: электрическое (электростатическое) поле создаётся электрическими зарядами, а их движение по проводнику порождает магнитное поле. Поскольку магнитных зарядов не существует, силовые линии магнитного поля всегда замкнуты.

Критерием интенсивности электрического поля, является напряжённость электрического поля – Е с единицей измерения В/м (Вольт на метр). Величина магнитного поля характеризуется напряжённостью магнитного поля Н с единицей измерения А/м (Ампер на метр). При оценке магнитного поля сверх низких и крайне низких частот (3–300 Гц)

используется показатель магнитной индукции В с единицей измерения Тл (Тесла), при чём 1 мкТл=1,25 А/м.

Постоянные электрические и магнитные поля возникают и существуют только в присутствии источников – заряда или электрического тока. Однако, в природе обнаружена связь электрического и магнитного поле при их изменениях.

Электромагнитное поле (ЭМП) – это совокупность двух взаимосвязанных переменных полей: электрического и магнитного, которая распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн (электромагнитного излучения (ЭМИ)). Излучение – это энергия, переданная волнами.

Электромагнитное поле особая форма материи, создаваемая изменяющимися во времени электрическим полем Е, которое порождает магнитное поле Н, а изменяющееся Н возбуждает вихревое электрическое поле. Напряжённости полей Е и Н, расположенные перпендикулярно друг другу, непрерывно изменяясь, порождают друг друга. Электромагнитное поле – самый распространённый вид поля, который может существовать в отрыве от источника.

По временной зависимости величины, характеризующие электромагнитное поле, подразделяются на следующие основные виды: постоянные (не зависящие от времени), гармонические и произвольные периодические колебания, импульсы, шу- мы, модулированные по амплитуде.

Для характеристики периодических электромагнитных колебаний используют следующие параметры:

– среднее квадратическое значение напряженности электрического поля;

– средние квадратические значения напряженности магнитного поля и магнитной индукции;

– средняя плотность потока энергии электромагнитного поля в плоской волне.

Все электромагнитные волны в свободном пространстве распространяются со скоростью света, равной 300 тыс. км/с.

10.2 Виды электромагнитных полей

К ЭМП и ЭМИ относя электромагнитные колебания радиочастотного и оптического диапазонов. Условно к ним также относят статические электрические и постоянные магнитные поля хотя они излучениями не являются.

В спектре естественных ЭМП условно выделяют несколько составляющих – это постоянное магнитное поле Земли (геомагнитное поле, ГМП), электростатическое поле и переменные электромагнитные поля в диапазоне частот от 10^{-3} до 10^{12} Гц. Геомагнитное поле является одним из важнейших факторов окружающей среды. Установлено, что геомагнитные возмущения могут оказывать дессинхронизирующее действие на биологические ритмы и другие процессы в организме. В периоды возникновения геомагнитных возмущений фиксируется увеличение числа инфарктов и инсультов, дорожно–транспортных происшествий и аварий самолетов. При магнитных бурях неблагопри- ятное воздействие на организм испытывает около 30 % населения.

Величина постоянного ГМП может изменяться на поверхности Земли от 26 мкТл (в районе Риоде–Жанейро) до 68 мкТл (вблизи географических полюсов), достигая максимумов в районах магнитных аномалий (Курская аномалия, до 190 мкТл).

Геомагнитное поле претерпевает изменения с длительными (вековыми) периодами (8000, 600 лет) и с периодами в десятки лет (60, 22, 11 лет), а также короткопериодические суточные вариации. Солнечная активность и межпланетное магнитное поле изменяют электрическое и магнитное поля Земли, тем самым оказывают определённое воздействие на организм человека.

Статические электрические поля (СЭП) представляют собой поля неподвижных электрических зарядов, либо стационарные электрические поля постоянного тока. Возникновение зарядов статического электричества может происходить при дроблении,

разбрызгивании, газовыделении веществ, относительном перемещении двух находящихся в контакте твердых тел, сыпучих, жидких и газообразных материалов, при интенсивном перемешивании, кристаллизации и пр.

10.3 Биологическое действие электромагнитных полей

Взаимодействие внешних ЭМП с биологическими объектами происходит путем наведения внутренних полей и электрических токов, величина и распределение которых в теле человека зависит от целого ряда параметров, таких как размер, форма, анатомическое строение тела, электрические и магнитные свойства тканей (диэлектрическая и магнитная проницаемости и удельная проводимость), ориентация тела относительно векто- ров электрического и магнитного полей, а также от характеристик ЭМП.

Биологическое действие ослабленного геомагнитного поля (ГМП). Наличие естественных ЭМП (ГМП) в окружающей среде является необходимым для осуществления нормальной жизнедеятельности, а их отсутствие или дефицит могут приводить к негативным последствиям для живого организма.

Установлено, что при ослаблении ГМП в 2–5 раз относительно естественного МП наблюдается увеличение на 40% количества заболеваний у людей, работающих в экранированных помещениях. При нахождении человека в искусственных гипо-геомагнитных условиях отмечаются изменения психики, появляются нестандартные идеи, образы.

Биологическое действие ПМП. Живые организмы весьма чувствительны к воздействию ПМП. Отечественными иссле- дователями описаны изменения в состоянии здоровья у лиц, работающих с источниками ПМП. Наиболее часто они проявляются в форме вегетодистоний, астеновегетативного и периферического вазовегетативного синдромов или их сочетания. Характерны субъективные жалобы астенического характера, функциональные сдвиги со стороны сердечно–сосудистой системы (брадикардия, иногда тахикардия, изменение на ЭКГ зубца Т), тенденция к гипотонии. Принято считать, что наиболее чувствительными к воздействию ПМП являются системы, выполняющие регуляторные функции (нервная, сердечно–сосудистая, нейроэндокринная и др.).

10.4 Гигиеническое нормирование ЭМП

Гигиенические нормативы на параметры ЭМП устанавливаются в зависимости от следующих факторов:

– отношения подвергающегося воздействию ЭМП человека к источнику излучения (профессиональное, непрофессиональное);

– частоты электромагнитного излучения;

– характера временного воздействия электромагнитного поля (постоянное или прерывистое);

– места положения (области тела), подвергаемые воздействию (общее–всё тело и локальное – кисти рук, верхний плечевой пояс, конечности).

Интенсивность геомагнитного поля оценивают в единицах напряженности магнитного поля (Н, А/м) или в единицах магнитной индукции (В, Тл).

21 Лазерное и ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм с частотой колебаний от 1013 до 1016 Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям. Естественным источником УФ-излучения является Солнце. В промышленности источниками этого излучения могут быть газоразрядные источники света, электрические

дуги, плазматроны, лазеры.

Тела начинают генерировать УФИ при температуре нагрева выше 1200 °С, интенсивность растет с увеличением температуры. Воздух непрозрачен для УФИ с длиной волны $\lambda < 185$ нм вследствие поглощения его кислородом.

Весь диапазон УФИ разделяют на следующие области:

область А: $\lambda = 400…315$ нм; область В: $\lambda = 315…280$ нм; область С: $\lambda = 280…200$ нм.

УФИ области А отличается слабым биологическим действием, вызывающим преимущественно флуоресценцию(свечение).

Основное биологическое действие оказывает УФИ области В. Это излучение вызывает основные изменения в коже (загарное и антирахитическое действие), крови, нервной системе, кровообращении и других органах.

УФИ области С отличается большим разрушительным действием на клетку, так как обладает бактерицидным действием, вызывает коагуляцию (склеивание) белков, может привести к раку кожи.

Действие ультрафиолетового излучения на организм человека

Ультрафиолетовое излучение, составляющее приблизительно 5 % плотности потока солнечного излучения, – жизненно необходимый фактор, оказывающий благотворное стимулирующее действие на организм.

Недостаточное УФ-облучение людей вредно. Оно вызывает D-авитаминоз, нарушение трофики центральной нервной системы, ослабление окислительно-восстановительных процессов, снижение работоспособности.

Нормирование интенсивности ультрафиолетового излучения

Основными нормативными документами являются:

СН № 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях;

МУ 2.3.975-00. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами;

РМГ 77-2005. ГСИ. Интегральные характеристики ультрафиолетового излучения в охране труда. Методика выполнения измерений [47];

Р 50.2.053-2006. ГСИ. Измерение энергетической освещенности УФИ в производственных помещениях. Методика проведения измерений [48].

Средства защиты от ультрафиолетового излучения

Основными защитными мерами являются: защита растоянием, экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, СИЗ, специальная окраска помещений и рациональное размещение рабочих мест.

Защита расстоянием - это удаление обслуживающего персонала от источников УФ-излучения на безопасную величину. Расстояния, на которых уровни УФ-излучения не представляют опасности для работающих, определяются только экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т.д.

Наиболее рациональным методом защиты является экранирование источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений.

Для защиты работающих от избытка УФ-излучения используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны» и др. В производственных условиях применяются стены, кабины, щитки, ширмы, очки с защитными стеклами. Полную защиту от УФ-излучения всех волн обеспечивает флинт-

глас (стекло с оксидом свинца) толщиной 2 мм. Кабины изготавливаются высотой 1,8-2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25-30 см для улучшения проветривания.

При размещении рабочих помещений необходимо учитывать, что отражающая способность различных отделочных материалов для УФ-излучения иная, чем для видимого света. Хорошо отражают УФ-излучение полированный алюминий и меловая побелка, в то время как оксиды цинка и титана на масляной основе - плохо.

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФИ.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяют спецодежду (куртки, брюки), рукавицы, фартуки, щитки со светофильтрами или защитные очки. Одежда изготавливается из тканей, не пропускающих УФИ (лен, хлопчатобумажная, поплин). Защитные очки и щитки укомплектовываются светофильтрами в зависимости от выполняемой работы. Полную защиту от УФИ всех областей обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца).

Для защиты кожи от УФИ применяют мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами (салол, салицилово-метиловый эфир и др.).

Измеряется специальными УФ дозиметрами, а также спектрометрами ИКС - 9,12,14.

Лазерное излучение

Лазер – источник электромагнитного излучения видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов, основанный на вынужденном излучении атомов и молекул.

Лазер – источник света. По сравнению с другими источниками света лазер обладает рядом уникальных свойств, связанных с когерентностью (согласованность колебаний во времени волновых процессов) и высокой направленностью его излучения. Излучение «нелазерных» источников света не имеет этих особенностей. В естественной природной среде лазерное излучение не встречается.

Лазеры используются в промышленности, науке, ювелирном деле, медицине и тд

В зависимости от типа конструкции и целевого назначения лазеров и лазерных установок на работников могут воздействовать следующие опасные и вредные факторы:

лазерное излучение (прямое, отраженное и рассеянное);

сопутствующие ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучения от источников накачки, плазменного факела и материалов мишени;

высокое напряжение в цепях управления и источниках электропитания;

электромагнитное излучение промышленной частоты и радиочастотного диапазона;

рентгеновское излучение от газоразрядных трубок и других элементов, работающих при анодном напряжении более 5 кВ;

шум, вибрация;

токсические газы и пары от лазерных систем с прокачкой, хладагентов и др.;

продукты взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемыми материалами;

повышенная температура поверхности лазерного изделия;

опасность взрыва в системах накачки лазеров.

Излучение лазера можно условно характеризовать двумя группами параметров. К первой группе относят энергетические параметры, ко второй – геометрические. Общими для обеих групп являются длина волн и длительность излучения.

Основными элементами любого лазера являются активная среда, содержащая атомы или молекулы, способные относительно долго оставаться на своих верхних энергетических уровнях, источник энергии для её возбуждения, зеркальный оптический резонатор и система охлаждения. По активному элементу лазеры классифицируют на твердотельные, газовые, жидкостные. В твердотельных лазерах используется синтетический рубин или корунд. Жидкостные лазеры характеризуются использованием в качестве активного

элемента жидких сред – металлоорганических и неорганических. Газовые лазеры заполены такими газами как гелий, аргон, неон.

Действие лазерного излучения на организм человека

Под действием лазерного излучения происходит нарушение жизнедеятельности как отдельных органов, так и организма в целом.

При больших интенсивностях обучения возможны повреждения внутренних органов, которые имеют характер отеков, кровоизлияний, кровотечений, омертвений тканей и др.

Лазерное излучение (ЛИ) представляет особую опасность для тех тканей, которые максимально поглощают излучение. Сравнительно легкая уязвимость роговицы и хрусталика глаза, а также способность оптической системы глаза увеличивать плотность энергии (мощности) излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазона (750…1400 нм) на глазном дне до 6 □ 10^4 раз по отношению к роговице делают глаз наиболее уязвимым органом. Степень повреждения глаза может изменяться от слабых ожогов сетчатки до полной потери зрения.

По степени опасности выходного излучения лазеры подразделяются на 4 класса:

I-й класс □ лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи;

II-й класс – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением;

III-й класс – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности

IV-й класс – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Лазеры классифицирует предприятие-изготовитель по выходным характеристикам излучения расчетным методом.

Средства защиты от лазерного излучения

Лазерные установки III–IV класса, генерирующие излучение видимого спектра, и лазеры II–IV класса, работающие в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, снабжаются сигнализаторами начала и окончания работы. В конструкции этих же лазеров предусмотрены экран для кратковременного перекрытия прямого лазерного излучения и для ограничения его распространения за пределы зоны размещения обрабатываемого материала. Экран изготовляется из огнестойкого, неплавящегося и светопоглощающего материала.

Действующие лазерные установки следует размещать в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений. Лазеры IV класса должны размещаться только в отдельных помещениях. Внутренняя поверхность помещения, а также предметы, находящиеся в этом помещении (за исключением используемых в работе элементов оптических систем), не должны иметь поверхностей с коэффициентом отражения больше 0,4; стены, потолок, пол помещения и предметы, находящиеся в помещении, должны иметь матовую поверхность, обеспечивающую минимальное отражение.

Средства защиты от ЛИ подразделяются на коллективные и индивидуальные. Выбор средства защиты в каждом конкретном случае осуществляется с учетом требований безопасности для данного процесса.

Коллективные средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения разделяют на следующие группы.

Оградительные устройства. Надежной защитой от случайного попадания излучения на человека является экранирование луча на всем его пути распространения, если позволяют технические возможности. Экраны для защиты от ЛИ могут быть непрозрачными или прозрачными [30].

Непрозрачные экраны или ограждения, препятствующие выходу ЛИ наружу, должны изготовляться из металлических листов (сталь, дюралюминий и т. п.). В некоторых случаях допускается изготовление непрозрачных экранов из пластмасс.

Прозрачные экраны должны поглощать ЛИ и при этом быть прозрачными на всем или части видимого диапазона длины волн (частично прозрачные экраны). Они изготовляются из специальных стекол или органического стекла с соответствующей спектральной характеристикой. Оптическая плотность такого экрана на длине волны излучения должна быть достаточной для ослабления интенсивности облучения на рабочем месте оператора до величины, не превышающей ПДУ.

Если энергия ЛИ настолько велика, что может разрушить частично прозрачный экран, то необходимо принять меры, исключающие возможность прямого попадания луча на такой экран.

Для снижения уровня отраженного ЛИ линзы, призмы и другие твердые с зеркальной поверхностью предметы на пути луча должны снабжаться блендами, а облучаемый объект – защитными экранами – диафрагмами с отверстием, диаметр которого несколько превышает диаметр луча. В этом случае через отверстие проходит только прямое излучение, отраженные лучи от объекта попадают на экран, который их частично поглощает и рассеивает. Для этой цели можно использовать даже фанеру, покрытую черной матовой краской.

Предохранительные устройства. Входы в помещения, где размещены лазерные установки, должны иметь блокировку. При размещении пультовой и рабочей камеры в разных помещениях система блокировки входной двери в рабочую камеру должна отключаться только после выключения установки и окончания запретного периода, если он предусмотрен. При этом должна быть исключена возможность включения установки при незапертой двери в рабочую камеру, а также исключена возможность открытия двери во время работы установки. При случайном открытии двери в рабочую камеру (или неисправности контакта блокировки) установка должна выключаться. Установка должна быть оборудована системой блокировки, не позволяющей закрыть входную дверь без предварительного захода в рабочую камеру. Указанная система выключается ответственным оператором, который покидает рабочую камеру последним, убедившись в отсутствии в ней людей. В рабочей камере должны быть установлены легко доступные устройства аварийного выключения установки и запрета на ее включение. Осветители с импульсными лампами для накачки должны иметь блокировку, исключающую возможность вспышки лампы при от- крытой крышке осветителя.

Устройства автоматического контроля и сигнализации. Помимо блокировки, входы в помещения, где размещаются лазерные изделия, должны быть оборудованы также звуковой и световой сигнализацией, сблокированной с системой пуска установки. В помещениях, где проводятся работы с импульсной установкой, должна быть установлена сигнализация: световая – в период, когда на конденсаторной батарее поднимается напряжение, и звуковая непосредственно перед срабатыванием осветителя за 2–3 с.

Во время работы установки на пульте управления и над входом в рабочую камеру должны гореть предупреждающие световые сигналы. Необходимо проверять исправность системы блокировки и сигнализации каждый раз перед включением установки. При неисправности или умышленном отключении хотя бы одной из предусмотренных проектом блокировок пуск установки должен поступать на пульт управления установки и фиксироваться в журнале эксплуатации. В случае неисправности хотя бы одной из систем блокировки или сигнализации эксплуатация установки запрещается.

Устройства дистанционного управления. В целях обеспечения безопасности пульт управления лазерной установкой размещается в отдельном помещении с телевизионной или другой системой настройки, контроля и наблюдения за ходом процесса, применяются роботизированные комплексы, а также защита расстоянием (пребывание вне лазерно-

опасной зоны).
Знаки безопасности. Путь пучка света импульсной ЛУ должен быть маркирован покраской рейтеров, оправ, диафрагм и бленд, на дверях помещений. Где размещаются лазерные установки должен быть установлен знак «Опасно! Лазерное излучение».
Технологические халаты изготовляются из хлопчатобумажного или бязевого материала светло-зеленого или голубого цвета. Перчатки применяют в тех случаях, когда существует опасность воздействия ЛИ на кожный по- кров.

В защитных щитках, масках и очках применяются специальные свето- фильтры, задерживающие ЛИ, но пропускающие излучение в соседних диапазонах спектра. Это достигается за счет выбора светофильтров с определенной кривой спектрального пропускания. Так, например, противолазерные очки, изготовляемые из сине-зеленого стекла СЗС-22, применяются для защиты от лазерного излучения с □ = 0,69; 0,84 и 1,06 мкм.

Светофильтры защитных очков должны обеспечивать снижение интенсивности облучения глаз ЛИ до ПДУ. В паспортах на светофильтры и оправы очков указывают их спектральную характеристику, оптическую плотность и максимально допустимый уровень излучения.

При работе с лазерами IV класса опасности должны использоваться защитные маски. Толщина светофильтра устанавливается в зависимости от спектральной характеристики стекла. Характеристики защитных устройств по оптической плотности должны выбираться с таким расчетом, чтобы для определенной мощности и длины волны излучения лазера плотность энергии снижалась до безопасного (предельно допустимого) уровня.

Существует два типа защитных очков: открытые и закрытые. Открытые защитные очки модели О16-72 ЛС-630 предназначены для защиты глаз спереди и с боков от рассеянного и диффузно отраженного излучения на длине волны 0,63 мкм. Закрытые защитные очки с непрямой вентиляцией ЗН 22- 72-СЗС-22-6 предназначены для защиты глаз с боков, сверху и снизу от рассеянного, диффузно отраженного прямого излучения для непрерывного ЛИ с длиной волны 0,63; 1,5 мкм и для импульсного ЛИ 0,63…1,06 мкм. В ассортименте защитных очков должны быть очки с оправой, не препятствующей одновременному пользованию обычными корригирующими очками.

При работе мощных лазеров недостаточна защита только глаз, так как возможно поражение кожи лица. Поэтому в таких случаях эффективно применение защитных щитков и масок.

Руки рекомендуется защищать с помощью различного типа перчаток, в том числе из замши и кожи, а также специальными защитными дерматологическими средствами (кремы, лаки, пасты, мази), создающими предохранительную пленку на коже.

Одним из важнейших элементов системы сохранения здоровья обслуживающего персонала являются лечебно-профилактические мероприятия. К достаточно эффективным мерам медицинской профилактики профессиональной патологии следует отнести регулярные физические упражнения, причем в течение смены рекомендуется проводить не менее двух физкультурных пауз по 10 мин. При работе с ЛУ имеет большое значение соблюдение витаминного баланса, особенно в зимне-весенний период.

Требования к персоналу. К работе с лазерными установками допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие медицинских противопоказаний. Женщины на период беременности и кормления ребенка должны освобождаться от работы с применением лазеров.

Работы, связанные с обслуживанием лазерных установок (ЛУ), включены в списки работ с вредными условиями труда, и работающие на лазерных установках II–IV классов подлежат предварительным (при поступлении на работу) и периодическим (1 раз в год) медицинским осмотрам. В осмотрах обязательно участие терапевта, невропатолога и офтальмолога. Помимо врачебного обследования, показано проведение клинического анализа периферической крови и ЭКГ.

Противопоказанием для приема на работу с лазерами являются следующие заболевания: гипертоническая болезнь, стенокардия, все болезни крови и вторичное малокровие; органические заболевания центральной нервной системы, катаракта; психические заболевания.

Контрольные вопросы

Тема 1: Введение в дисциплину. Человек и производственная среда.

1 Понятие производственной санитарии и гигиены труда.

2 Роль и значение производственной санитарии и гигиены труда в подготовке инженера по охране труда.

3 Обеспечение комфортных условий труда.

4 Негативные факторы в системе «человек – производственная среда».

5 Воздействие негативных факторов.

Тема 2: История развития гигиены труда и ПС.

1 Развитие гигиены труда в Древней Греции.

2 Период средних веков в развитие гигиены.

3 История появления гигиены труда в России.

Тема 3: Классификация опасных и вредных производственных факторов.

1 Классификация по характеру происхождения.

2 Классификация по воздействию на организм работающего человека.

3 Классификация по характеру действия в пространстве.

4 Потенциальная опасность воздействия вредных факторов на организм человека.

Тема 4: Санитарное законодательство.

1 Основные законодательные акты в области производственной санитарии и гигиены труда.

2 Конституционное право человека на санитарно– эпидемиологическое благополучие, здоровые условия труда, быта и отдыха.

3 Обеспечение санитарно–эпидемиологического благополучия населения. Права должностных лиц, осуществляющих санитарно–эпидемиологический надзор.

4 Понятие рабочего времени. Продолжительность ежедневной работы.

5 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Понятие о вредных и опасных производственных факторах, их классификация.

Тема 5: Надзор и контроль за соблюдением санитарного законодательства

1 Государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль.

2 Виды санитарного надзора.

2 Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

3 Федеральная служба по труду и занятости (Роструд).

4 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулировние).

5 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

Тема 6: Ответственность за нарушение требований ПС.

1 Дисциплинарная, административная, материальная, уголовная и общественная ответственность.

2 Взыскания по видам ответственности.

3 Ответственность предприятий и организаций за выпуск и поставку продукции не

соответствующей требованиям ПС и ГТ.
4 Административные правонарушения. Виды административных наказаний.

Тема 7: Организация работ и обучение по ПС.
1 Организация безопасных условий труда на производстве.
2 Роль отдела охраны труда в обеспечение здоровых условий труда.
3 Виды инструктажа рабочих.

Тема 8: Производственный микроклимат.

1 Производственный микроклимат: понятие, виды.

2 Особенности микроклимата при разных видах работы в закрытых помещениях и на открытом воздухе. Горячие и холодные цеха.

3 Физическая и химическая терморегуляция человека в производственных условиях; основные закономерности теплообмена.

4 Функциональные изменения в организме в условиях нагревающего и охлаждающего микроклимата. Патологические состояния.

5 Адаптация и акклиматизация в производственных условиях.

6 Гигиенические принципы нормирования производственного микроклимата.

7 Инфракрасное излучение. Источники, законы излучения, влияние на организм. Профилактика вредного воздействия.

8 Профилактические мероприятия по обеспечению благоприятных метеорологических условий на производстве.

9 Требования, предъявляемые к средствам и методам измерения микроклимата.

10 Основные приборы, используемые для измерения параметров микроклимата; принципы работы.

Тема: 9: Несчастные случаи на производстве.
1 Понятие несчастного случая на производстве.
2 Классификация несчастных случаев.
3 Причины возникновения производственных травм.
4 Расследование несчастных случаев на производстве.
5 Порядок формирования комиссий по расследованию несчастных случаев.
6 Порядок оформления материалов расследования несчастных случаев.

Тема 10: Профессиональные заболевания.
1 Понятие профессионального заболевания.
2 Классификация профессиональных заболеваний.
3 Причины возникновения ПЗ.
4 Расследование профессиональных заболеваний на производстве.
5 Порядок формирования комиссий по расследованию профессиональных заболеваний. 6 Порядок оформления материалов расследования профессиональных заболеваний.

Тема 11: Физиология труда.
1 Работоспособность.
2 Утомление.
3 Основные формы труда и их особенности.
4 Рабочие позы.
5 Профилактика утомления.
6 Физиологические основы монотонного труда.
Тема 12: Санитарные требования к устройству объектов предприятия.
1 Санитарные требования к производственным зданиям и помещениям.
2 Планировка производственных помещений.

3 Площадь и объем производственных помещений.
4 Санитарные требования к вспомогательным зданиям и помещениям промышленных предприятий.

Тема 13: Промышленная вентиляция.
1 Значение и место вентиляции в системе оздоровительных мероприятий.
2 Промышленная вентиляция. Классификация. Принципы устройства вентиляции для борьбы с производственными вредностями.
3 Естественная вентиляция. Назначение, устройство, санитарный контроль за её работой.
4 Понятие об искусственной вентиляции. Преимущества и недостатки. Классификация. Гигиенические требования к промышленной вентиляции.
5 Что вкладывается в понятие «проверка эффективности работы действующей вентиляционной установки»?
6 Оценка производительности вентиляции.
7 Способы очистки вентиляционного воздуха от пыли и газов.
8 Мероприятия по улучшению работы вентиляционных установок.

Тема 14: Вредные вещества.
1 Классификация вредных веществ.
2 Пути поступления и действие вредных веществ на организм человека.
3 Факторы, определяющие токсическое действие вредных веществ.
4 Классы опасности вредных веществ.
5 Гигиеническое нормирование вредных веществ.
6 Защита от вредных веществ на производстве.
7 Приборы и методы контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Тема 15: Производственная пыль.
1 Эколого–гигиеническое, экономическое и технологическое значение пыли. Источники и способы пылеобразования.
2 Классификация пыли по происхождению, дисперсности, способу образования.
3 Физические и химические свойства пыли и их гигиеническое значение.
4 Действие пыли на организм. Механизм элиминации.
5 Понятие об аэрозолях преимущественно фиброгенного действия (АПФД); принципы гигиенического нормирования различных видов пыли.
6 Методы исследования запыленности воздуха на производстве. Методы и средства борьбы с пылью в производственных условиях.

Тема 16: Производственное освещение.
1 Производственное освещение и его роль в обеспечении высокой работоспособности.
2 Основные светотехнические понятия и единицы. Основные зрительные функции и их зависимость от освещения.
3 Физиологические методы оценки влияния условий освещения на зрительные функции.
4 Виды производственного освещения. Преимущества и недостатки естественного и искусственного освещения.
5 Естественное и совмещенное освещение. Гигиенические требования.
6 Искусственное освещение. Гигиеническая характеристика ламп накаливания и газоразрядных ламп; преимущества и недостатки.
7 Гигиенические требования к производственному осв
7 Гигиенические требования к производственному освещению.

8 Методика измерения и гигиеническая оценка освещенности на рабочих местах.

9 Принципы нормирования производственного освещения. Основные законодательные документы.

Тема 17: Производственный шум.

1 Основные источники, физические параметры шума.

2 Классификация производственных шумов.

3 Общее действие шума на организм. Шумовая болезнь. Современное представление о патогенезе профессиональной тугоухости.

4 Принципы гигиенического нормирования шума; особенности нормирования непостоянного шума.

5 Гигиенические критерии оценки шумового фактора по показателям вредности и опасности.

6 Дозный подход к оценке шума, воздействующего на организм.

7 Оборудование, условия и методика измерения параметров шума на рабочем месте.

8 Система мероприятий по профилактике шумовой патологии на производстве.

Тема 18: Производственная вибрация.

1 Источники вибрации на производстве, гигиеническая значимость.

2 Физические параметры вибрации, классификация.

3 Влияние вибрации на организм. Производственные факторы, способствующие развитию в организме патологических изменений.

4 Вибрационная болезнь.

5 Приборы для измерения параметров вибрации. Методика измерения общей и локальной вибрации.

6 Гигиеническое нормирование вибрации.

7 Профилактические мероприятия по защите от воздействия производственной вибрации.

Тема 19: Ионизирующие излучения.

1 Физические параметры ИИ. Виды ИИ.

2 Соматические и генетические радиационные эффекты.

3 Механизм биологического действия радиации.

4 Дозиметрические единицы измерений.

5 Принципы обеспечения радиационной безопасности. Гигиеническое нормирование ИИ.

6 Методы и средства регистрации ИИ.

Тема 20: Электромагнитное излучение.

1 Неионизирующее излучение в промышленности. Источники излучения.

2 Физико–гигиеническая характеристика электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ). Классификация ЭМП радиочастот. Биологическое действие ЭМП РЧ.

3 Гигиеническая оценка условий труда при воздействии ЭМП. Классы условий труда при действии неионизирующего излучения.

4 Методика измерения интенсивности электромагнитного излучения радиочастотного диапазона.

5 Профилактические мероприятия и меры защиты при работе с источниками электромагнитного излучения

Тема 21: Лазерное и ультрафиолетовое излучение.

1 Физико–гигиеническая характеристика лазерного и ультрафиолетового излучения. Биологическое действие ЛИ и УИ.

2 Гигиеническое нормирование параметров ЛИ и УИ..

4 Опасность лазера 1, 2, 3, 4 классов.

5 Профилактические мероприятия и меры защиты при работе с источниками ЛИ и УИ.

Список литературы

1 Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие / Е. В. Глебова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2007. - 382 с. : ил. –

2 Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / В. А. Подюков, В. В. Токмаков, В. М. Куликов ; под ред. В. В. Токмакова ; Уральский государственный горный университет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

3 Гигиена труда [Текст]: учебник/Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2010. – 592 с.

4 Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 г. № 197–ФЗ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.01 ФИЛОСОФИЯ

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: **очная, заочная**

год набора: 2021

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В.П.	Колчина Н.В
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 14.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	4
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	12

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.02.01 ВСЕОБЩАЯ ИСТОРИЯ

Направление подготовки/ специальность

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)/ специализация

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

Автор:Абрамов С. М.,к.педаг.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссиейфакультета
Управления персоналом	Горнотехнологического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Ветошкина Т.А	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2020	Протокол № 2от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации [1] . Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим метода

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной

дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения

воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;

- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.02.01 ВСЕОБЩАЯ ИСТОРИЯ

Направление подготовки/ специальность

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)/ специализация

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

Автор:Абрамов С. М.,к.педаг.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Ветошкина Т.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 09.09.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссиейфакультета

Горнотехнологического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2от 12.10.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации [1] . Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим метода

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной

дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения

воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;

- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.02.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Направление подготовки/ специальность
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)/ специализация

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

Автор: Железникова А.В.

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Ветошкина Т.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 09.09.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горнотехнологичекого
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации [1] . Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим метода

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной

дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения

воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;

- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.02.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Направление подготовки/ специальность
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)/ специализация

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

Автор: Железникова А.В.

Одобрена на заседании кафедры

Управления персоналом
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Ветошкина Т.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 09.09.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горнотехнологичекого
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации [1] . Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим метода

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной

дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения

воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;

- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2021

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 19.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 3
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 3
1.2 Чтение и перевод учебных текстов… 42
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 60
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 73
1.5 Подготовка к контрольной работе 73

II. Другие виды самостоятельной работы…..... 73
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания:
2.1.1 Подготовка к ролевой игре…….... 73
2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……..... 74
2.1.3 Подготовка к опросу 75
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного… 75
2.3 Подготовка доклада 94
2.4 Подготовка к тесту..... 95
2.5 Подготовка к экзамену..... 99

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1. Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: бытовая сфера общения (Я и моя семья); учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование); социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир); профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность).

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern

Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.

2. Petrology which studies the rocks of the Earth.

3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.

4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.

5. Historic Geology which treats of the Earth's history.

6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.

7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

Практические занятия направлены также на формирование грамматического навыка по темам: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №1:

Таблица №1

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435

Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

Повторите материал практических занятий!

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падѐжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмѐм предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твѐрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	**II**	**III Дополнение**			**IV Обстоятельство**
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.
Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?
Примеры с модальными глаголами:
She can drive a car. – Она умеет водить машину.
Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.
Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?
Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not
Например: Are you a student? - Ты студент?
Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.
Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.
Специальные вопросы могут начинаться словами:
who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?
when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?
how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?
how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:
What are you reading? Что ты читаешь?
What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: ‖Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?‖, например:
What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.
Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):
Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему
she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас

they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы - основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

- Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **–think‖** обозначает **—вещь‖** (не обязательно материальная).
Слово **—body‖** обозначает **—тело‖.** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some	**thing**	**something –** *что-то, что-нибудь*
any		**anything -** *что-то, что-нибудь*
no		**nothing -** *ничего, ничто*

every	**everything -** *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one -** *никого, никто*
every	**everybody /everyone –** *все, каждый*
Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*	

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere -** *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere -** *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **— много‖**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.	
many girls - *много девочек* **many boys -** *много мальчиков* **many books -** *много книжек*	**much snow -** *много снега* **much money -** *много денег* **much time -** *много времени*
How many? } **сколько?** **How much?** } **сколько?**	**How many girls? -** *Сколько девочек?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?*
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного. **Сравните**: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
<u>В утвердительных</u> предложениях используйте **a lot of.** <u>В отрицательных</u> и в вопросительных **many/much,** **Сравните:** (+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*. (-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?* Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **—часто‖:** Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little

С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало), а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls -** мало девочек **few boys -** мало мальчиков	**little time -** мало времени **little money -** мало денег **little snow -** мало снега
little } **мало (т.е. надо еще)** **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** } **немного (т.е. пока хватает)** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	**Возвратное местоимение**	**Пример**	**Перевод**
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	**Примеры**	**Перевод**
определяет неисчисляемые	He spent **all his** time fishing on the	Он провел все свое время,

существительные	lake**.**	ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всѐ.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It's a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**'s**	**bird's house** **child's ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**'s**	**children's bail** **women's rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**'**	**girls' toy** **birds' house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's bail - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово ‒an hour‖ (час) начинается с согласной буквы ‒h‖, но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю ‒a‖ также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth

с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner	The table is in the middle of the room.
in the morning, In the evening, in the afternoon	I never drink coffee in the evening.
what's the use?	What's the use of going there so late?
to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	Do you like going to the theatre? He works at the shop.
at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market	The fact is that I have no money at all.
the fact is (was) that...	Where is the doctor?
where is the…?	We always spend summer in the country.
in the country, to the country	

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание –no‖	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.

с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты:

His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол —to be‖

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?
She was	She was not	She wasn’t	Was she?

It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.
б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.
в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе **ни приставок, ни суффиксов: small -** *маленький*, **long -** *длинный*, **white -** *белый*.

К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**

- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**

- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке **-** добавляем –e‖ (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
clever — умный	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **–e‖ ,** то при прибавлении **– er и – est немое –e‖ опускается:**

large **–** larg**er - the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e –** brav**er – the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой

hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на —y‖ с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **–y‖ переходит в —i‖:**

busy – bus**ier –** bus**iest / занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый **interesting – интересный** **important - важный**	**more beautiful -** красивее **more interesting -** интереснее **more important -** важнее	**the most beautiful** - самый красивый **the most interesting** - самый интересный **the most important** - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
good - хороший **bad -** плохой **little -** маленький **much/many -** много **far -** далекий/далеко **old -** старый	**better -** лучше **worse -** хуже **less -** меньше **more -** больше **farther/further -** дальше **older/elder -** старше	**the best -** самый лучший **the worst -** самый плохой **the least -** самый маленький, меньше всего **the most -** больше всего **the farthest/furthest -** самый дальний **the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый **interesting -** интересный **important -** важный	**less beautiful -** менее красивый **less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least beautiful –** самый некрасивый **the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **–of‖:**

hundreds <u>of</u> children – сотни детей

thousands <u>of</u> birds- тысячи птиц

millions <u>of</u> insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:

224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],

Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I’ve known Sharon since we were at school together. (А не: I’ve been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.
Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.
They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat

many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.
Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,
They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,
She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple.

Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,

Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock*.

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Практическая работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времѐн, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице:

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времѐн	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268

Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

Модальные глаголы

Глаголы	Значение	Примеры
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).

to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника)

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)
This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)
Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):

He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать
to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать
to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.
Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:
He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:
The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:
The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:
The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)
The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:
The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:
The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:
He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:
I am invited to a party.
Я приглашѐн на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said… Говорят… It was said… Говорили…

It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…

It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. Убираем кавычки и ставим слово that

Например, у нас есть предложение:

She said, ‒I will buy a dress‖. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. Меняем действующее лицо

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, –I will buy a dress‖. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, –I will buy a dress‖. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, –I am driving now‖. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, "Do you like this cafe?" Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, "Will he call back?" Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, "When will you come?". Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, "Where does she work?" Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при

помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать
to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть
Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая
having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в −?‖и −-−),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),

persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от), rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)
He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).
I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism

	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

2. Чтение и перевод учебных текстов (по 2 текста на тему)

№1

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

appear - v появляться; казаться; *ant* **disappear -** исчезать

bed - *n* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded -** *a* пластовый

call for - v требовать; *syn* **demand, require**

carry out - v проводить *(исследование, эксперимент);* выполнять *(план);* завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *n* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - v руководить; направлять; управлять; *a* прямой, точный; **directly -** *adv* прямо, непосредственно

education - *n* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - v основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чѐрные металлы **(non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *n* железо; **pig iron** чугун; **cast iron** чугун, чугунная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *n* руда; **iron ore -** железная руда; **ore mining –** разработка рудных месторождений

process - v обрабатывать; *syn* **work, treat; processing -** n обработка; разделение минералов

rapid - *a* быстрый

research - *n* научное исследование

technique - *n* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique -** горная техника, методы ведения горных работ

train - v обучать, готовить *(к чему-л.);***training** - обучение; подготовка

to be in need of - нуждаться в

to take part in - участвовать в

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 1: The First Mining School in Russia

The Moscow Mining Academy was established in 1918. The main task of the Academy was to train mining engineers and technicians, to popularize technological achievements among miners, to work on important problems of mining and metallurgical engineering arid to direct scientific research.

There were three departments in the Academy: mining, geological prospecting and metallurgy. The Moscow Mining Academy introduced a new course in coal mining mechanization which provided the basis for the development of mining engineering. The two scientists A.M. Terpigorev and M.M. Protodyakonov wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits.

Much credit for the establishment of the Moscow Mining Academy and the development of co-operation among outstanding scientists and educators is due to Academician I.M. Gubkin, a prominent geologist and oil expert.

In 1925 the Moscow Mining Academy was one of the best-known educational institutions in Russia. It had well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of Russian and foreign scientific books and journals.

The Academy established close contacts with the coal and ore mining industries. The scientists carried out scientific research and worked on important mining problems.

The rapid growth of the mining industry called for the training of more highly-qualified specialists and the establishment of new educational institutions.

New collieries and open-cast mines, concentration plants, metallurgical works and metal-working factories for processing non-ferrous and ferrous metals appeared in the country. The people took an active part in the construction of new industrial enterprises.

The Academy alone could not cope with the problem of training specialists. In 1930 the Moscow Mining Academy was transformed into six independent institutes. Among the new colleges which grew out of the Academy's departments were the Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting. Later, the scientific research Institute of Mining appeared near Moscow.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. There were four departments in the Academy.
2. The Academy introduced a new course in coal mining mechanization.
3. In 1925 the Academy had only several well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of books.
4. The Academy established close contacts with the coal industry.
5. In 1930 the Academy was transformed into six independent institutes.

6. The Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting were among the new colleges which grew out of the Academy's departments.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What was the main task of the Academy?
2. What new course did the Academy introduce?
3. Were there three or four departments at the Academy?
4. What industries did the Academy establish contacts with?
5. Who wrote the first textbook on machinery' for mining bedded deposits?
6. Why was the Academy transformed into six independent institutes?
7. Why was the Academy transformed?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) обогатительная фабрика
б) подготовка горных инженеров
в) разведка нефти
г) обработка цветных металлов
д) техническое образование
е) новый (учебный) курс по
ж) принимать активное участие
з) проводить исследования
и) направлять научную деятельность
к) горное оборудование
л) пластовые месторождения

№2

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

change - v изменяться, менять(ся); *syn.* **transform, alter;** *n* изменение, перемена; превращение

determine - v определить, устанавливать

engineering - *n* техника; технология; машиностроение**;** *syn.* **technics, technology, technique; machinery**

composition - *n* структура, состав

connect - v соединяться; *syn* **combine, link**

enterprise - *n* предприятие; предприимчивость

deal (dealt) v **(with) -** иметь дело с; рассматривать

environment - *n* окружающая обстановка**,** среда

demand - *n* спрос

field - *n* область, сфера деятельности; поле, участок, месторождение; бассейн; *syn* **basin, branch**

design - *n* проект; план, чертеж; конструкция; v проектировать, планировать; конструировать

graduate - v окончить (высшее учебное заведение), *амер.* окончить любое учебное заведение; *n* лицо, окончившее высшее учебное заведение; **undergraduate (student) -** студент последнего курса; **postgraduate (student) -** аспирант; **graduation paper -** дипломная работа

hardware - *n* аппаратура, (аппаратное) оборудование, аппаратные средства; техническое обеспечение

hydraulic - *a* гидравлический, гидротехнический

introduction - *n* введение, вступление

management - *n* управление, заведование; *syn.* **administration; direction**

offer - *v* предлагать *(помощь, работу);* предоставлять; *n* предложение

property - *n* свойство

protection - *n* защита, охрана

range - *n* область, сфера; предел; диапазон; радиус действия; ряд; серия

recreation - *n* отдых, восстановление сил; развлечение

reveal - v показывать, обнаруживать

rock - *n* горная порода

shape - *n* форма

software - *n* программное обеспечение; программные средства

skill - *n* мастерство; умение; **skilled -** *a* квалифицированный; опытный; умелый

survey - *n* съемка, маркшейдерская съемка; v производить маркшейдерскую или топографическую съемку, производить изыскания; *n* **surveying** съемка, маркшейдерские работы

value - *n* ценность, стоимость; величина; v ценить, оценивать; **valuable** *a* ценный

workshop - *n* мастерская, цех; семинар

to be of importance - иметь значение

to give an opportunity of - дать возможность

to meet the requirements - удовлетворять требованиям (потребности)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 2: Mining and Geological Higher Education in Russia

In Russia young people get mining education at special institutes which train geologists and mining engineers for coal and ore mining. The total number of students of an institute includes full-time students, part-time students and postgraduate students.

Russian higher educational establishments offer different specializations for the students. Thus, at the geological institutes, the students specialize in geology, the science which deals with different problems connected with the Earth, its history, the study of rocks, their physical and chemical properties. One of the main tasks of geology is to prospect, discover and study the deposits of useful minerals.

Geology is both a theoretical and an applied science. Mining geology is of great importance to the mining engineer. As a rule, mining geology includes economic geology.

The outstanding Russian geologist V.A. Obruchev says that geology is the science of the Earth which reveals to us how the Earth took shape, its composition and its changes. Geology helps prospect for ores, coal, oil, salt and other useful minerals.

Higher mining schools (universities, academies, institutes and colleges) develop a wide range of courses and programmes that meet the requirements of the society .They offer courses in mining technology, machinery and transport, hydraulic engineering, electrical engineering, industrial electronics, automation, surveying, geodesy, information technology, etc.

The main trend in the development of higher mining education is the introduction of courses in environmental protection, management (environmental human resources), economics and management of mining enterprises, marketing studies, computer-aided design (CAD) and others.

Computer science is also of great importance. The course aims at providing students with understanding how software and hardware technology helps solving problems.

Laboratory work is an important part in training specialists. Experiments in laboratories and workshops will help students to develop their practical skills. They have a short period of field work to gain working experience.

The students go through practical training at mines, plants and other industrial enterprises.. They become familiar with all stages of production and every job from worker to engineer. Here they get practical knowledge and experience necessary for their diploma (graduation) papers.

A lot of students belong to students' scientific groups. They take part in the research projects which their departments usually conduct. Postgraduates carry out research in different fields of science and engineering.

Sport centres give the students opportunities to play different sports such as tennis, football, basketball, volleyball, swimming, ' skiing, water polo, boxing, wrestling and others.

Students graduate from mining and geological higher schools as mining engineers, mining mechanical engineers, ecologists, mining electrical engineers, geologists, economists and managers for mining industry.

1. Переведите следующие сочетания слов.

а) широкий круг проблем
б) денные месторождения полезных ископаемых
в) горный инженер-механик
г) вести научно-исследовательскую работу
д) принимать форму
е) техническое и программное обеспечение
ж) студенты (последнего курса)
з) дипломная работа
и) физические и химические свойства
к) месторождение полезных ископаемых

1. оканчивать институт
2. поступать в университет
3. получать образование
4. готовить геологов и горних инженеров
5. высшие горные учебные заведения
6. приобретать опыт
7. студенческие научные общества
8. заниматься различными видами спорта

№3

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accurate - *a* точный, правильный; **accuracy -** *n* точность

archive - *n* архив

attend - v посещать *(лекции, практические занятия, собрания)*

comprehensive - *a* всесторонний, исчерпывающий

concern - v касаться, относиться; иметь отношение к чему-л.; *n* дело, отношение; важность; **concerning** *prep* относительно, касательно

consider - v рассматривать; считать; **considerable -** значительный, важный; **consideration -** *n* рассмотрение; обсуждение

draw (drew, **drawn**) - v *зд,* чертить, рисовать; **draw the conclusion** делать вывод; *syn* **come to the conclusion**

employ - v применять, использовать; предоставлять *(работу); syn* **use, utilize, apply; employment -** *n* служба; занятие; применение, использование

familiarize - v знакомить; осваивать

fundamental - *n pl* основы *(наук)*

levelling - *n* нивелирование, сглаживание *(различий);* выравнивание

number - *n* число, количество, большое количество; *(порядковый)* номер, ряд

observe - v наблюдать, следить *(за чѐм-л.),* соблюдать *(правило, обычаи)*

obtain - v получать; достигать; добывать; *syn* **get, receive**

present - v преподносить, дарить; подавать, представлять; **presentation -** *n* изложение; предъявление

proximity - *n* близость, соседство; **in proximity to** поблизости, вблизи от *(чего-л.)*

require - v требовать; *syn* **call for; demand; meet the requirements** удовлетворять требованиям

traversing - *n* горизонтальная съемка

to keep in close touch with - поддерживать связь с

to touch upon (on) затрагивать, касаться вкратце *(вопроса)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 3: Mining Education in Great Britain

In Great Britain the students get mining education at special colleges and at mining departments of universities.

For example, the Mining Department at the University of Nottingham ranks as one of the foremost teaching and research mining schools in Great Britain. The students come to the University from all parts of the country and from abroad. The close proximity of Nottingham to mines extracting coal and different metals makes it possible for the University to keep in close touch with new achievements in mining.

The aim of training at the University is to give the student an understanding of applied science based on lectures, tutorial system, laboratory work and design classes. The laboratory work trains the student in accurate recording of observations, drawing of logical conclusions and presentation of scientific reports. Besides, it gives the student an understanding of experimental methods and familiarizes him (or her) with the characteristics of engineering materials, equipment and machines.

At Nottingham there are two types of laboratories, general and Specialized. General laboratories deal with the fundamentals of engineering science and specialized ones1 study the more specialized problems in different branches of engineering.

During the final two years of his course the student gets a comprehensive training in surveying. Practical work both in the field and in drawing classes forms an important part of this course. Besides, the students have practical work in survey camps during two weeks. The equipment available for carrying out traversing, levelling, tacheometric and astronomical surveying is of the latest design.

The practical and laboratory work throughout the three or four years of study forms a very important part of the course, so the students obtain the required standard in their laboratory course work before they graduate.

British educational system is fee-paying. The annual fee includes registration, tuition, examination, graduation and, in the case of full-time students, membership of the Union of Students.

Students from all over the world (nearly 100 countries) study at the University of Nottingham. For many years the University has had a thriving community of international students.

The University pays much attention to learning foreign languages. For individual study there is a 16-place self-access tape library with a tape archive of 3,000 tapes in 30 languages. There are also 16 video work stations where the students play back video tapes or watch TV broadcasts in a variety of languages.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. In Great Britain the students can get mining education only at special colleges.
2. The training at universities is based on tutorial system.
3. The laboratory work familiarizes the student with modern equipment.
4. There are three types of laboratories at the University of Nottingham.
5. When the students study surveying, they have practical work both in the field and in drawing classes.
6. The students from abroad don't study at Nottingham.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Where can one get mining education in Great Britain?
2. Is the Mining Department at the University of Nottingham one of the foremost research mining schools in Great Britain?
3. What makes it possible for the University to keep in close touch with the, achievements in mining?
4. What are the students supposed to do in the laboratories?
5. Will the students have practical work in survey camps or in the laboratories?
6. What do the students use surveying equipment for?
7. What can you say about studying foreign languages at the University?

№4

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advance - *n* прогресс, успех; продвижение вперед; v делать успехи, развиваться, продвигаться вперед; **advanced courses** курсы по расширенной программе

authority - *n* администрация; начальство

differ - v (from) отличаться (от); **difference** *n* различие; разница; **different** *a* различный; *syn* **various**

excavate - v добывать *(уголь);* вырабатывать полезное ископаемое открытым способом; вынимать *(грунт);* **excavation** - *n* открытая разработка карьером; разрез, карьер; **surface excavation** открытая разработка; *syn* **open-cast (opencast)**

experience - *n* жизненный опыт; опыт работы; стаж

found - v основывать**; *syn* establish, set up; foundation -** *n* основание; учреждение; основа; **lay the foundation** положить начало чему-л , заложить основу чего-л.

manage - v управлять, заведовать, справляться, уметь обращаться; **management -** *n* управление, заведование; правление, дирекция; **management studies -** наука об управлении

mean (meant) - *v* значить, иметь значение, подразумевать; намереваться, иметь в виду; **means -** *n, pl* средства, **meaning -** *n* значение, **by means of** посредством (чего-л)

metalliferous – *a* содержащий металл, рудоносный

preliminary - *a* предварительный**; preliminary course** подготовительные курсы

realize - v представлять, себе; понимать *(во всех деталях); **syn** **understand*

recognize - *v* признавать; узнавать

work out -v разрабатывать *(план);* решать задачу

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 4: Mining Education in Great Britain (continued)

At present in Great Britain there are a number of universities and colleges which give instruction in mechanical engineering, mining, metallurgy, etc. These institutions provide full-time and part-time education. It should be noted that technical colleges confer diplomas' on college graduates.

A university graduate leaves with the degree of Bachelor of Arts or Bachelor of Science, which is an academic qualification awarded by universities.

For example, the University in Cardiff has become one of the largest in Wales. It is one of the four colleges which together with the Welsh National School of Medicine form the University of Wales. There is the Mining Engineering Department in the University of Wales. The Department deals with the whole range of extractive industries such as coal and metalliferous mining, quarrying and oil technology.

After graduating from the college a student can be recommended for entry to the university by a college authority and he can apply for admission to the university.

At the Mining Department students may take several courses such as geology, mining engineering, mine surveying, quarrying, management studies and others. It has become a tradition that the courses are based on an intensive tutorial system. It means that students are allotted to members of the teaching staff for individual tuition separately in mining, in quarrying and in mine surveying. The system is founded on that of the older universities of Great Britain.

At the Department of Mining Engineering of the Newcastle University mining has now become a technically advanced profession. The Department of Mining Engineering trains industrially experienced engineers through various advanced courses in rock mechanics and surface excavation. For many years the Mining Engineering Department at Newcastle has recognized the need for highly-qualified engineers and realized that the courses in rock mechanics and surface excavation are of great importance for mining engineers.

At the University a student studies for three or four years. The organization of the academic year is based on a three-term system which usually runs from about the beginning of October to the

middle of December, from the middle of January to the end of March and from the middle of April to the end of June or the beginning of July.

Students course is designed on a modular basis. Modules are self-contained 'units' of study, which are taught and assessed independently of each other. When a student passes a module, he (she) gains a credit. All modules carry a number of credits. At the end of the term, the number of credits a student gets, determines the award he (she) receives. Each module is continuously assessed by coursework and/or end-of-term examinations.

Admission to the British universities is by examination and selection. The minimum age for admission to the four-year course is normally 18 years. Departments usually interview all the candidates. The aim of the interview is to select better candidates.

Just over half of all university students live in colleges, halls of residence, or other accommodation provided by their university, another third lives in lodgings or privately rented accommodation; and the rest live at home.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. At present there are about a hundred technical institutions in Great Britain.
2. It should be noted that British colleges confer degrees.
3. As a rule a college authority recommends the graduates for entry to the university.
4. At the Mining Engineering Department of the University of Wales the students study only metalliferous mining.
5. At the Mining Engineering Department the courses are based on an intensive tutorial system.
6. The Mining Engineering Department at the Newcastle University has recognized the importance of teaching rock mechanics and surface excavation (open-cast mining).

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Are there many technical institutions in Great Britain?
2. What is the difference between colleges and universities?
3. Is the Mining Engineering Department the only one in the University of Wales?
4. Does the Mining Engineering Department deal only with metalliferous mining?
5. Can a student enter the university after he has graduated from the college?
6. What courses are of special importance for mining engineers?
7. What do you know about the organization of the academic year at British universities?
8. When do the students take their examinations?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) курсы по расширенной программе
б) рудоносные отложения
в) средства производства
г) горный факультет
д) открытые горные работы
е) опытный инженер
ж) администрация колледжа
з) поощрять студентов
и) отвечать требованиям университета
к) наука об управлении

1. зависеть от условий
2. значить, означать
3. признать необходимость (чего-л.)
4. ежегодная производительность (шахты)
5. начальник шахты
6. добывающая промышленность
7. представлять особую важность

8. механика горных пород
9. единственный карьер
10. основывать факультет (школу, систему и т.д.)

№5

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный
adjacent - *a* смежный, примыкающий
ash - *n* зола
belt - *n* пояс; лента; ремень
body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты
common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**
cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)
dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**
dust - *n* пыль
dyke – *n* дайка
extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*
fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь
flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 5: Igneous Rocks

Igneous rocks have crystallized from solidified magma.

Igneous rocks can be classified in a number of ways and one of (hem is based on mode of occurrence. They occur either as intrusive (below the surface) bodies or as extrusive masses solidified at the Earth's surface. The terms "intrusive" and "extrusive" refer to the place where rocks solidified.

The grain size of igneous rocks depends on their occurrence. The intrusive rocks generally cool more slowly than the extrusive rocks and crystallize to a larger grain size. The coarser-grained intrusive rocks with grain size of more than 0.5 mm called plutonic or abyssal are referred to as intrusive igneous rocks because they are intruded into older pre-existing rocks. Extrusive or volcanic rocks have even finer grains, less than 0.05 mm and are glassy.

Exposed igneous rocks are most numerous in mountain zones for two reasons. First, the mountain belts have been zones of major deformation. Second, uplifts in mountain belts have permitted plutonic masses to be formed.

The largest bodies of igneous rocks are called batholiths. Batholiths cooled very slowly. This slow cooling permitted large mineral grains to form. It is not surprising that batholiths are composed

mainly of granitic rocks with large crystals called plutons. As is known, granites and diorites belong to the group of intrusive or plutonic rocks formed by solidification of igneous mass under the Earth's crust. Granites sometimes form smaller masses called stocks, when the occurrence has an irregular shape but smaller dimensions than the batholiths.

Laccoliths and sills, which are very similar, are intruded between sedimentary rocks. Sills are thin and they may be horizontal, inclined or vertical. Laccoliths are thicker bodies and in some cases they form mountains.

Dykes are also intrusive bodies. They range in thickness from a few inches to several thousand feet. Dykes are generally much longer than they are wide. Most dykes occupy cracks and have straight parallel walls. These bodies cool much more rapidly and are commonly fine-grained. For example, granite may occur in dykes that cut older rocks.

Pegmatites (quartz, orthoclase and mica) also belong to the group of plutonic or intrusive rocks. They occur in numerous veins which usually cut through other plutonites, most often granite, or adjacent rocks.

Extrusive igneous rocks have been formed from lava flows which come from fissures to the surface and form fields of volcanic rocks such as rhyolite, andesite, basalt, as well as volcanic ashes and dust, tuff, etc. As a rule, these rocks of volcanic origin cool rapidly and are fine-grained. It is interesting to note that basalt is the most abundant of all lavatypes. It is the principal rock type of the ocean floor.

Igneous rocks are rich in minerals that are important economically or have great scientific value. Igneous rocks and their veins are rich in iron, gold, zinc, nickel and other ferrous metals.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Igneous rocks have been formed by sedimentation.
2. Intrusive rocks have been formed by the cooling of rocks of the Earth's crust.
3. Extrusive rocks have been formed the same way.
4. The grain size of igneous rocks depends on mode of occurrence.
5. Exposed igneous rocks are numerous in mountain zones.
6. Granites and diorites belong to the group of extrusive rocks.
7. As a rule, granite may occur in dykes.
8. Pegmatites do not belong to the group of plutonic or intrusive rocks.

2). Ответьте на вопросы:

1. Have igneous rocks crystallized from magma or have they been formed by sedimentation?
2. Which types of igneous rocks do you know?
3. What does the grain size of igneous rocks depend on?
4. Can you give an example of intrusive or plutonic rocks?
5. Are diorites intrusive or extrusive formations?
6. What do you know about batholiths?
7. Do pegmatites belong to the group of plutonic or volcanic rocks?
8. How do pegmatites occur?
9. What minerals are igneous rocks rich in?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	adjacent layers	а) способ залегания
2.	abyssal rocks	б) крупнозернистый
3.	dimensions of crystals	в) зоны крупных нарушений
4.	valuable minerals	г) абиссальные (глубинные) породы
5.	shape and size of grains	д) смежные пласты (слои)
6.	mode of occurrence	е) размеры кристаллов

7.	coarse-grained	ж) взбросы
8.	uplifts	з) форма и размер зерен
9.	zones of major deformation	и) ценные минералы

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1.	затвердевшие массы	а) irregular shape
2.	обломочные породы	б) at a certain depth
3.	медленно остывать	в) economically important
4.	мелкозернистый	г) solidified masses
5.	многочисленные трещины	д) scientific value
6.	неправильная форма	е) to cool slowly
7.	на определенной глубине	ж) existing types of rocks
8.	экономически важный	з) fine-grained
9.	научная ценность	и) fragmentary rocks
10.	существующие типы пород	к) numerous cracks or fissures

№6

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 6: Metamorphic Rocks

The problem discussed concerns metamorphic rocks which compose the third large family of rocks. "Metamorphic" means "changed from". It shows that the original rock has been changed from its primary form to a new one. Being subjected to pressure, heat and chemically active fluids beneath the Earth's surface, various rocks in the Earth's crust undergo changes in texture, in mineral

composition and structure and are transformed into metamorphic rocks. The process described is called metamorphism.

As is known, metamorphic rocks have been developed from earlier igneous and sedimentary rocks by the action of heat and pressure.

Gneisses, mica schists, phyllites, marbles, slate, quartz, etc. belong to the same group of rocks. Having the same mineral composition as granite, gneisses consist chiefly of quartz, orthoclase and mica. However unlike granite, they have a schistose structure. It means that their constituents are distributed in bands or layers and run parallel to each other in one direction. If disturbed the rock cleaves easily into separate plates.

The role of water in metamorphism is determined by at least four variable geologically related parameters: rock pressure, temperature, water pressure, and the amount of water present.

During a normal progressive metamorphism rock pressure and temperature are interdependent, and the amount of water and the pressure of water are related to the sediments and to the degree of metamorphism in such a way that, generally speaking, the low-grade metamorphic rocks are characterized by the excess of water. The medium-grade rocks defined by some deficiency of water and the high-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.

Many of the metamorphic rocks mentioned above consist of flaky materials such as mica and chlorite. These minerals cause the rock to split into thin sheets, and rocks become foliated.

Slate, phyllite, schist and gneiss belong to the group of foliated metamorphic rocks. Marble and quartzite are non-foliated metamorphic rocks.

The structure of metamorphic rocks is of importance because it shows the nature of pre-existing rocks and the mechanism of metamorphic deformation. Every trace of original structure is of great importance to geologists. It gives an opportunity of analysing the causes of its metamorphism.

Being often called crystalline schists, metamorphic rocks such as gneisses and mica have a schistose structure. Metamorphic rocks represent the oldest portion of the Earth's crust. They are mostly found in the regions of mountain belts where great dislocations on the Earth once took place.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Generally speaking, metamorphic rocks have been developed from ores.
2. Marble, slate and phyllite belong to the group of metamorphic rocks.
3. As is known, unlike granite metamorphic rocks have a schistose structure.
4. It is quite obvious that the role of water in metamorphism is great.
5. As a rule, low-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.
6. Flaky materials cause the rock to split into thin sheets.
7. It should be noted that marble and quartzite are foliated metamorphic rocks.
8. The structure of metamorphic rocks shows the nature of older preexisting rocks and the mechanism of metamorphic deformation as well.
9. All metamorphic rocks are non-foliated.

2). Ответьте на вопросы:

1. Do you know how metamorphic rocks have been formed?
2. Which rocks belong to the group of metamorphic?
3. Does gneiss have the same structure as granite?
4. Is the role of water great in metamorphism?
5. What rocks do we call foliated? What can you say about non-foliated metamorphic rocks?
6. How can geologists trace the original structure of metamorphic rocks?
7. Why are metamorphic rocks often called crystalline schists?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. as a result of the chemical and physical changes
2. constituents of rocks
3. to be subjected to constant development
4. to undergo changes
5. excess of water
6. low-grade ores
7. coal band
8. to cleave into separate layers
9. traces of original structure
10. generally speaking

а) полоса (или прослоек) угля
б) составляющие пород
в) расщепляться на отдельные слои
г) вообще говоря
д) в результате химических и физических изменений
е) избыток воды
ж) изменяться
з) находиться в постоянном развитии
и) низкосортные руды
к) следы первоначальной структуры

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. иметь значение
2. упомянутые выше
3. сланцеватая структура
4. в отличие от гранита
5. недостаток воды
6. существовавшие ранее породы
7. слоистые породы
8. мрамор и сланец
9. гнейс
10. давать возможность
11. определять структуру

а) unlike granite
б) to be of importance
в) pre-existing rocks
г) mentioned above
д) schistose structure
е) to give an opportunity (of doing smth)
ж) to define (determine) rock texture
з) deficiency of water
и) flaky rocks
к) marble and slate
л) gneiss

№7

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

country rock коренная (основная) порода

distinctive properties отличительные свойства

malleable metal ковкий металл

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 7: Prospecting

Mining activities include prospecting and exploration for a mineral deposit through finding, proving, developing, extracting and processing the ore. That is why it is possible to divide the mining activity into three major phases: 1) before mining which involves prospecting and exploration required to locate, characterize and prove a potential ore body; 2) mining which refers to actual coal or ore extraction. Extraction processes include underground or surface mining and dredging; 3) after mining which involves processing and preparing the raw ore for the end product.

As has already been said, before a mineral deposit can be worked, that is, before it can be extracted from the Earth for use by man, it must first be found. The search for economically useful mineral deposits is called prospecting. To establish the quality and quantity of a mineral deposit, the type of country rock, etc. means to prove it and this process is called proving. Prospecting and proving are only two different stages of mining geological exploration, the latter includes drilling and driving of openings.

Last century prospectors looked for visible evidence of mineralization on the surface of the Earth. To recognize valuable minerals it was necessary to know their various distinctive physical properties. For example, gold occurs in nature as a heavy malleable yellow metal. -Galena, the most important mineral containing lead, is dark grey, heavy and lustrous. The first ores of iron to be mined were deposits of magnetite, a black heavy mineral capable of attracting a piece of iron.

As the deposits of mineral that cropped out at the surface were mined, the search for additional supplies of minerals took place. The science of geology was used to explain the occurrence of ore deposits.

The aim of geological prospecting is to provide information on a preliminary estimation of the deposit and the costs of the geological investigations to be made. It also indicates whether it is available to continue the exploration or not.

Prospecting work includes three stages: 1) finding signs of the mineral; 2) finding the deposit; 3) exploring the deposit.

General indications of the possibility of exposing this or that mineral in a locality can be obtained by studying its general topographical relief, the type of ground and its general natural conditions. Thus, in mountainous regions where fissures were formed during the process of mountain formation, ore minerals could be expected in the fissure fillings. In hilly regions, sedimentary deposits would be expected.

Certain deposits are found only in a particular type of ground. Coal seams, for example, are found in sedimentary formations mainly consisting of sandstones and shales. Veins, on the other hand, are found in crystalline (igneous) rocks, and the type of country rock usually determines the type of minerals.

At present, prospecting methods to be used are as follows:

1. Surface geological and mineralogical prospecting such as panning.
2. Geophysical, geochemical, geobotanical prospecting.
3. Aerial photography with geological interpretation of the data to be obtained is highly effective from aircraft or helicopter. Besides, successful development of space research has made it possible to explore the Earth's resources from space by satellites.

In modern prospecting the methods mentioned above are used together with the study of geological maps.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The search for economically useful mineral deposits is called proving.
2. Last century prospectors looked for visible evidence of mineral deposits.
3. The first ores of iron to be mined were deposits of galena.
4. The science of geology can explain the mode of occurrence of ore deposits.
5. As a rule prospecting includes four stages.
6. The study of general topographical relief and the type of ground makes it possible to expose this or that deposit.
7. Geologists know that certain deposits are only found in a particular type of ground.
8. As is known, veins are found in metamorphic rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is prospecting?
2. What is proving?
3. How did prospectors find mineral deposits in the 19th century?
4. Does gold occur in nature as a heavy malleable yellow metal or as a heavy dark-grey one?
5. What metal is capable of attracting a piece of iron?
6. What does prospecting work provide?
7. What are the three main stages of prospecting?
8. Is it enough to know only the topographical relief of a locality for exposing this or that mineral?
9. What methods of prospecting do you know?
10. What are the most effective aerial methods of prospecting now?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. country rock — а) залегание рудных месторождений
2. panning — б) блестящий металл
3. the search for commercially useful deposits — в) коренная (основная) порода
4. geological exploration — г) дополнительные запасы минералов
5. to look for evidence of mineralization — д) промывка (золотоносного песка в лотке)
6. distinctive properties — е) геологическая разведка (с попутной добычей)
7. lustrous metal — ж) искать доказательства наличия месторождения
8. capable of attracting a piece of iron — з) отличительные свойства
9. additional supplies of minerals — и) поиски экономически полезных месторождений
10. the occurrence of ore deposits — к) способный притягивать кусок металла

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. стоимость геологических исследований — а) the data obtained
2. выходить на поверхность (обнажаться) — б) galena, sandstones and shales
3. произвести предварительную оценку (месторождения) — в) the cost of geological investigations
4. визуальные наблюдения с воздуха — г) to crop out
5. полученные данные — д) certain ore deposits
6. галенит, песчаники и сланцы — е) to make a preliminary estimation (of a deposit)
7. общие показания — ж) visual aerial observations
8. находить признаки месторождения — з) to find the signs of a deposit
9. определенные рудные месторождения — и) general indications

№8

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять*;* погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 8: Exploration of Mineral Deposits

Exploration is known to include a whole complex of investigations carried out for determining the industrial importance of a deposit. The main task is to determine the quality and quantity of mineral and the natural and economic conditions in which it occurs. The exploration of the deposit is divided into three stages, namely preliminary exploration, detailed exploration and exploitation exploration.

The aim of preliminary exploration is to establish the general size of a deposit and to obtain an approximate idea of its shape, dimensions and quality. At this stage the geological map of the deposit is corrected and a detailed survey of its surface is completed.

The information on the preliminary exploration is expected to give an all-round description of the deposit which will enable the cost of its detailed exploration to be estimated.

The following points should be taken into consideration: 1) the shape and area of the deposit; 2) its depth and angles of dip and strike; 3) its thickness; 4) the properties of the surrounding rock and overburden; 5) the degree of uniformity of distribution of the mineral within the deposit and the country rock, etc.

Preliminary explorations can make use of exploratory openings such as trenches, prospecting pits, adits, crosscuts and boreholes. They are planned according to a definite system, and some are driven to a great depth.

All the exploratory workings are plotted on the plan. These data allow the geologist to establish the vertical section of the deposit.

The quality of the mineral deposit is determined on the basis of analyses and tests of samples taken from exploratory workings.

The method of exploration to be chosen in any particular case depends on the thickness of overburden, the angle of dip, the surface relief, the ground water conditions and the shape of the mineral deposit.

The task of the detailed exploration is to obtain reliable information on the mineral reserves, their grades and distribution in the different sectors of the deposit. Detailed exploration data provide a much more exact estimate of the mineral reserves.

Mine or exploitation exploration is known to begin as soon as mining operations start. It provides data for detailed estimates of the ore reserves of individual sections. It facilitates the planning of current production and calculating the balance of reserves and ore mined.

The searching and discovering of new mineralized areas are based on geological survey and regional geophysical prospecting. The results of these investigations provide data on iron-bearing formations and new deposits for commercial extraction.

In detailed exploration both underground workings and borehole survey are used. Core drilling with diamond and carbide bits is widely used. Non-core drilling is also used in loose rocks in combination with borehole geophysical survey.

One of the main methods to explore coal deposits is also core-drilling. Modern drilling equipment makes it possible to accurately measure bed thickness and determine structure of beds, faults and folds. Recording control instruments are attached to drilling rigs which allow the geologists to get reliable samples good for nearly all parameters of coal quality to be determined.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The purpose of preliminary exploration is to determine the mineral reserves and their distribution in the different sectors of the deposit.
2. The properties of the surrounding rock and overburden should be taken into consideration during the preliminary exploration.
3. The purpose of the detailed exploration is to find out the quantity (reserves) of the deposit.
4. Exploitation exploration facilitates the planning of current production.
5. Both core drilling and non-core drilling are widely used.
6. Recording control instruments allow geologists to get reliable ore samples.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What stages does exploration include?
2. What is the main purpose of preliminary exploration?
3. What should be taken into consideration by geologists during preliminary exploration?
4. What exploratory openings do you know?
5. Do you know how the quality of the mineral deposit is determined?
6. What is the aim of a detailed exploration?
7. Is core drilling used in prospecting for loose rocks?
8. What is drilling equipment used for?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. bedded deposits
2. core drilling
3. the angle of dip of the seam
4. the thickness of overburden
5. exploratory workings
6. composition of minerals
7. pits and crosscuts
8. to exploit new oil deposits
9. sampling
10. geological section

а) мощность наносов
б) разрабатывать новые месторождения нефти
в) шурфы и квершлаги
г) пластовые месторождения
д) опробование (отбор) образцов
е) угол падения пласта
ж) колонковое бурение
з) геологический разрез (пород)
и) состав минералов
к) разведочные выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. буровые скважины
2. по простиранию пласта
3. равномерность распределения минерала в залежи
4. водоносность пород
5. карбидные и алмазные коронки

6. детальная разведка
7. использовать новые поисковые методы
8. проникать в залежь
9. коренная порода
10. свойства окружающих пород

а) ground water conditions
б) detailed exploration
в) boreholes
г) along the strike of the bed (seam)
д) carbide and diamond bits
е) the uniformity of mineral distribution in the deposit
ж) the properties of surrounding rocks
з) to make use of new prospecting methods
и) country rock
к) to penetrate into the deposit

3. Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)

Грамматические конструкции представлены на стр. 6 – 40.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

Семья. Family

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тѐтя aunt
дядя uncle

крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister
приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents
приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свèкор father-in-law (husband's father)
тèща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover

ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать; **to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра; **course of studies** - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере; **to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен;

лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор

a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека
a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки
a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион

a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна
a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …**, **oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный

gold - *n* золото

inclined - *a* наклонный

mica - *n* слюда

permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**

probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**

shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий

sill - *n* силь, пластовая интрузия

stock - *n* шток, небольшой батолит

vein - *n* жила, прожилок, пропласток

band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**

cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж

constituent - *n* составная часть, компонент

define - *v* определять, давать определение

distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;

disturb - *v* нарушать; смещать

excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**

flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья

fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда

foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**

marble - *n* мрамор

mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание

plate - *n* пластина; полоса *(металла)*

pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород

relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный

run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*

schistose - *a* сланцеватый; слоистый

sheet - *n* полоса

slate - *n* сланец; *syn* **shale**

split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**

trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание

at least по крайней мере

to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*

in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться

ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**

associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**

burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь

charcoal - *n* древесный уголь

convenient - *a* удобный, подходящий

crude - *a* сырой, неочищенный

dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина

divide - v делить; (from) отделять; разделять

evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)

fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость

heat - v нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять*;* погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жѐлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения
gate road - промежуточный штрек
in bulk - навалом, в виде крупных кусков
metal-bearing - содержащий металл
production face/working - очистной забой
productive mining - эксплуатационные работы
in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.
with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чѐм-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки
the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов
goaf — завал; обрушенное пространство
double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном
to identify — опознавать
appraisal — оценка
susceptibility — чувствительность
concealed — скрытый, не выходящий на поверхность
crusher — дробилка
concentration — обогащение
blending — смешивание; составление шихты
screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать
froth floatation — пенная флотация
core drilling — колонковое бурение
to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);* **dumper** опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive -** *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader -** *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader -** комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing -** *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper -** *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping -** *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(руды)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)

Самостоятельное изучение тем курса предполагает изучение тем практических занятий, представленных в разделе 1, 2, 3 данных методических указаний студентами заочной формы обучения в межсессионный период.

1.5 Подготовка к контрольной работе и 1.6 Написание контрольной работы

Для выполнения контрольной работы студентами кафедрой подготовлены *Методические рекомендации и задания к контрольной работе для студентов данной специальности.*

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (Подготовка к ролевой игре, к практико-ориентированным заданиям, опросу)

2.1.1 Подготовка к ролевой игре

Студенты получают ролевые карточки. Им необходимо обдумать свою роль, стратегию своей роли, вопросы и ответы.

Role card 1

Sasha

The worst thing about your house is lack of privacy. You share your room with a younger sister. You think she goes through all your stuff. She asks you ambarrassing questions about boys, makes little nasty comments about you.

Your parents treat you like a baby. Your father is too much interested in your studying and homework. Your mother makes you do the work about the house alone. You are going to leave home as soon as you are old enough.

- Collect all the arguments to explain your attitude to your family.
- Listen to what the members of your family are saying.

- Don’t interrupt them.
- Don’t forget that both parents and children are to blame in conflict situations.
- Be polite and friendly

Role card 2
Mother

Your daughter has written a letter of complaint to the youth magazine. She is not satisfied with your attitude to her. You have read this letter. You are worried about the situation in the family and have decided to discuss the problems with a family therapist.

- Say why you have invited the therapist
- Try to explain Sasha’s attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don’t criticize Sasha
- Follow the therapist’s advice
- Be polite and friendly

Role card 3
Father

Your daughter is complaining that you treat her like a baby. You don’t let her out at night during the week. You always ask her about the boys. You don’t believe her when she says she doesn’t have any homework to do. Your wife has invited a family therapist to discuss the problems of your family.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha’s attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don’t criticize Sasha
- Follow the therapist’s advice
- Be polite and friendly

Role card 4
Sister

Sasha is complaining that you don’t help her with the work about the house. She also says that she can’t keep anything secret in her room, you go through all her stuff. She is irritated by your behaviour. She is going to leave your home as soon as she is old enough.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha’s attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don’t criticize Sasha
- Follow the therapist’s advice
- Be polite and friendly

Role card 5
Family therapist

- Encourage all the members of the family to speak
- Take notes
- Ask questions
- Summarize what you have heard from all the members of the family
- Try to analyse the situation in a short report

2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Подготовьте устные высказывания по темам:

1. From the history of the Ural State Mining University.
2. Faculties and specialities of the University.
3. The layout of the Ural State Mining University.
4. Student's academic work.

Подготовьте письменные ответы на вопросы:

1. Where do you study?
2. What faculty do you study at?
3. How many faculties are there at the Ural State Mining University?
4. What year are you in?
5. What is your future speciality?
6. What specialities are there at your faculty?
7. When did you enter the University?
8. When was the Sverdlovsk Mining Institute founded?
9. When was it reorganized into the University?
10. In how many buildings is the Ural State Mining University housed?
11. In what building is your faculty housed?
12. Who is the dean of your faculty?
13. What books do you take from the library?
14. Where do you live?
15. Where do you usually have your meals?
16. How long does the course of studies for a bachelor's degree last?
17. How long do the students study for a Diplomate Engineer's course and a Magister’s degree?
18. What subjects do you study this term?
19. What lectures and practical classes do you like to attend?
20. Where do the students have their practical work?
21. When do the students present their graduation papers for approval?
22. What graduates can enter the post-graduate courses?
23. What kind of sport do yon like?
24. Where do you go in for sports?

2.1.3 Подготовка к опросу

Ответьте на вопросы на иностранном языке:

1. What specialities does the geological faculty train geologic engineers in?
2. What problems does Geology study?
3. What branches is Geology divided into?
4. What does Economic Geology deal with?
5. What does mineralogy investigate?
6. What does paleontology deal with?
7. What is the practical importance of Geology?
8. Where do graduates of the geological faculty of the Mining University work?
9. What is your future speciality?
10. What kind of work do geologists-prospectors conduct?
11. What do geologists explore during the early stages of geological exploration?
12. What work do geologists conduct while working in. the field?
13. When do geologists start exploratory work?
14. What is the purpose of the exploratory work?
15. How is exploratory work conducted?
16. What contribution do geologists make to the development of the National Economy of our country?
17. What does hydrogeology deal with?
18. Where are ground waters used?

19. Where is thermal (hot) water used?

20. What must hydrogeologists do with ground waters which complicate construction work or mineral extraction?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного (по 2 текста на тему)

Text 1: A.M. Terpigorev (1873-1959)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

to defend graduation paper (thesis) - защищать дипломную работу (диссертацию)

to pass an entrance examination - сдать вступительный экзамен

to get a higher education - получить высшее образование

to do one's best (one's utmost, all one can, everything in one's power) - сделать все возможное, не жалеть сил

to make contribution (to) - вносить вклад в *(науку, технику* и т.д.)

choose (chose, **chosen**) - v выбирать; **choice -** *n* выбор

collect - v собирать, коллекционировать

dangerous - *a* опасный

deposit - *n* месторождение, залежь; **bedded deposits -** пластовые месторождения

describe - v описывать, изображать; **description -** *n* описание; **descriptive -** *a* описательный

facility - *n (pl* **facilities)** средства; возможности; оборудование; устройства

fire damp - *n* рудничный газ, метан

harm - *n* вред; *v* вредить; **harmful -** *a* вредный

relate - v относиться, иметь отношение

safety - *n* безопасность; **mine safety** безопасность труда при горных работах; техника безопасности; **safety measures** меры безопасности; **safe -** *a* безопасный; надежный

seam - *n* пласт *(угля); syn* **bed, layer; flat seam** горизонтальный, пологопадающий пласт; **inclined seam** наклонный пласт; **steep seam** крутопадающий пласт; **thick seam** мощный пласт; **thin seam** тонкий пласт

state - *n* состояние; государство; штат; *a* государственный; v заявлять; констатировать; излагать

success - *v* успех; удача; **be a success** иметь успех; **successful** *a* успешный

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Academician A.M. Terpigorev is a well-known mining engineer who successfully combined his practical experience with scientific research. He was bom in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours1 and decided to get a higher education. He chose the Mining Institute in St. Petersburg, passed all the entrance examinations successfully and became a student of the Mining Institute.

At the Institute he studied the full range of subjects2 relating to metallurgy, mining and mining mechanics.

At that time students' specialization was based on descriptive courses and elementary practical training. One of the best lecturers was A. P. Karpinsky. His lectures on historical geology were very popular.

During his practical training Terpigorev visited mines and saw that the miners' work was very difficult. While he was working in the Donbas he collected material for his graduation paper which he soon defended. The Mining of flat seams in the Donbas was carefully studied and described in it.

In 1897 Terpigorev graduated from the Institute with a first-class diploma of a mining engineer.

His first job as a mining engineer was at the Sulin mines where he worked for more than three years first as Assistant Manager and later as Manager.

From 1900 till 1922 Terpigorev worked at the Yekaterinoslav Mining Institute (now the Mining Institute in Dnepropetrovsk).

In 1922 he accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Academy and moved to Moscow. From 1930 he headed the chairs5 of Mining Transport and Mining of Bedded Deposits at the Moscow Mining Institute.

Academician Terpigorev took a particular interest in mine safety. As a result of his investigations a series of safety measures in gassy collieries was worked out. For some time he was working on the problem of fire damp, the most harmful and dangerous of all the gases in mines.

His two-volume work Coal Mining and Mine Transport Facilities is a full description of the state of mechanization and the economy of the Donbas. His other works are about mining transport facilities, mechanization of coal mining and mining machinery. He is one of the pioneers in scientific methods of coal gasification.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. After school Terpigorev decided to work in a mine.
2. Terpigorev collected material for his graduation paper which dealt with mining thick seams in the Donbas.
3. For more than three years Terpigorev worked at the Sulin mines.
4. In 1922 Terpigorev accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Institute.
5. He investigated the problems of mine safety.
6. He was one of the first to work on the problem of gasification of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. When and where was Terpigorev born?
2. What institute did he graduate from?
3. What material did he collect while he was working in the Donbas?
4. Where did Terpigorev work from 1900 till 1922?
5. At what institute did Terpigorev head the chair of Mining Bedded Deposits?
6. What did Terpigorev take a particular interest in?
7. What works by Terpigorev do you know?
8. What problems do Terpigorev's works deal with?
9. What was the result of his investigations on mine safety?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) охрана труда в шахтах
б) подтверждать
в) добыча угля
г) эксплуатация месторождений
д) метан
е) принять предложение
ж) выполнить задачу, задание
з) горизонтальный пласт
и) собирать материал

1. поступить в институт
2. решать важные проблемы
3. выдающиеся исследователи
4. успешно провести эксперименты
5. выбрать профессию
6. описательный курс
7. происхождение железной руды
8. начальник шахты
9. мероприятия по охране труда

Text 2: A.P. Karpinsky (1847-1936)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abroad - *adv* за рубежом
confirm - v подтверждать; утверждать
consider - v считать, полагать, рассматривать
contribute - v вносить вклад; **contribution** вклад
crust - *n* земная кора
detailed - a подробный, детальный
elect - v избирать, выбирать *(голосованием);* назначать *(на должность)*
embrace - v охватывать; обнимать
entire - *a* весь, целый; полный; *syn* **whole**
exist – *v* существовать, быть, жить
foreign - *a* иностранный
former - *a* прежний
investigate - v исследовать; изучать
prominent - *a* знаменитый, выдающийся, известный; *syn* **remarkable, outstanding**
regularity - *n* закономерность
significant - *a* значительный; **significance -** *n* значение, важность; **exhaust the significance** исчерпывать значение
society – *n* общество
staff - *n* персонал; личный состав; штат
various - *a* различный, разный, разнообразный
to advance the view - высказывать мнение *(точку зрения)*
to be interested in - быть заинтересованным *(чѐм-л.),* интересоваться
to take (an) interest in - заинтересоваться *(чѐм-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

V.A. Obruchev, I.M. Gubkin, A.Y. Fersman, V.I. Vernadsky and A. P. Karpinsky were the prominent Russian scientists who laid the foundation1 of the Russian school of geology and mining.

An entire epoch in the history of Russian geology is connected with Karpinsky's name. One of the greatest Russian geologists, he was a member and for some time President of the Academy of Sciences of the former USSR and a member of several Academies abroad. The Geological Society of London elected him a foreign member in 1901. His greatest contribution to geology was a new detailed geological map of the European part of Russia and the Urals.

For many years he headed the Russian Geological Committee the staff of which was made up of his pupils. He was one of those geologists who embraced the whole of geological science. He created the new stratigraphy of Russia. He studied the geological systems in various regions of the country and was the first to establish3 the regularity of the Earth's crust movement. His paleontological studies are of no less importance, especially those on palaeozoic ammonoids. He also took an interest in deposits of useful minerals and gave a classification of volcanic rocks. He advanced the view that petroleum deposits existed in Russian, which was confirmed later. He studied some ore and platinum deposits and may be justly considered5 the founder of practical geology of the Urals. He was the first Russian scientist who introduced microscope in the study of petrographic slides.

Karpinsky was a prominent scientist, an excellent man and citizen. He was one of the best lecturers at the Mining Institute in his time. He was also one of the greatest Russian scientists who later became the first elected President of the Academy of Sciences of the USSR. Students were attracted to him not only because he was a great scientist but also because of his charming personality and gentle manner.

Every geologist and every geology student knows very well Karpinsky's most significant work An Outline of the Physical and Geographical Conditions in European Russia in Past Geological Periods.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Karpinsky was the first President of the Academy of Sciences.
2. He worked at the Mining Institute in St.Petersburg.
3. Karpinsky was a member of many Academies abroad.
4. Karpinsky made up a detailed map of the Asian part of our country.
5. He headed the Russian Geological Committee.
6. Karpinsky created a new branch of geology, namely stratigraphy.
7. He only tried to establish the regularity of the Earth's crust movement.
8. Karpinsky may be justly considered the founder of the practical geology of the Urals.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What society elected Karpinsky a foreign member and when?
2. Did he head the Russian Geological Committee or was he a member of that Committee?
3. Did Karpinsky investigate various regions of the Russian territory?
4. Which of his works are the most remarkable?
5. What can you say about Karpinsky's investigations in petrology?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) земная кора
б) составить подробную карту
в) замечательные работы
г) выдающийся ученый
д) залежи полезных ископаемых
е) научное общество
ж) избирать председателя (президента)
з) заложить основы школы
и) интересоваться геологией
к) высказать точку зрения
л) возглавлять комитет

Text 3: Sedimentary Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение
derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать
destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve v растворять
expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*
force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный
rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород
schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец
siltstone - *n* алеврит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*
vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The rocks of the Earth's crust are divided into three main groups: sedimentary rocks, which consist of fragments or particles of pre-existing rocks; igneous rocks which have solidified from magma and metamorphic rocks. Metamorphic rocks have been derived from either igneous or sedimentary rocks.

Sedimentary rocks represent one of the three major groups of rocks that make up the crust of the Earth. Most sedimentary rocks have originated by sedimentation. They are layered or stratified. Thus, stratification is the most important characteristic of sediments and sedimentary rocks. It is necessary to note that the processes which lead to the formation of sedimentary rocks are going on around us.

Sediments are formed at or very near the surface of the Earth by the action of heat, water (rivers, glaciers, seas and lakes) and organisms.

It should be noted that 95 per cent of the Earth's crust is made up of igneous rocks and that only 5 per cent is sedimentary. In contrast, the amount of sedimentary rocks on the Earth's surface is three times that of igneous rocks.

Strictly speaking, sedimentary rocks form a very small proportion by volume of the rocks of the Earth's crust. On the contrary, about three quarters of the Earth's surface is occupied by sedimentary rocks. It means that most of sedimentary rocks are formed by sediments, accumulations of solid material on the Earth's surface.

The thickness of the layers of sedimentary rocks can vary greatly from place to place. They can be formed by the mechanical action of water, wind, frost and organic decay. Such sediments as gravel, sand and clay can be transformed into conglomerates, sandstones and clay schists as a result of the accumulation of materials achieved by the destructive mechanical action of water and wind.

Mechanical sediments can be unconsolidated and consolidated. For example, gravel, sand and clay form the group of unconsolidated mechanical sediments, because they consist of loose uncemented particles (grains).

On the Earth's surface we also find consolidated rocks, which are very similar to the loose sediments whose particles are firmly cemented to one another by some substance. The usual cementing substances are sand, clay, calcium carbonate and others. Thus sandstones are consolidated rocks composed of round or angular sand grains, more or less firmly consolidated. Like sand, sandstones can be divided into fine-grained, medium-grained and coarse-grained.

On the other hand, chemical sediments are the result of deposits or accumulations of substances achieved by the destructive chemical action of water. The minerals such as rock salt, gypsum and others are formed through sedimentation of mineral substances that are dissolved in water.

Sediments can also be formed by the decay of the remains of organisms, by the accumulation of plant relics.1 They are called organic sediments. Limestones, peat, coal, mineral oil and other sediments may serve as an example of organic sediments.

The most principal kinds of sedimentary rocks are conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone and dolomite. Many other kinds with large practical value include common salt, gypsum, phosphate, iron oxide and coal.

As is known, water, wind and organisms are called external forces, because their action depends on the energy which our planet receives from the Sun.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The rocks of the Earth's crust are divided into two main groups.
2. Igneous rocks are composed of particles of pre-existing rocks.
3. Sedimentary rocks are stratified.
4. Sediments are formed by the action of glaciers.
5. Igneous rocks make up 75 per cent of exposed rocks.
6. Conglomerates are formed as a result of the accumulation of materials caused by the destructive mechanical action of water.
7. Sandstones are consolidated rocks.
8. Clays are unconsolidated mechanical sediments.
9. Chemical sediments are formed by the destructive chemical action of water.
10. Peat and coal are the organic sediments which are of great practical value.
11. Clay schist was formed at the beginning of the sedimentation period and clay was formed later.

2). Ответьте на вопросы:

1. What main groups of rocks do you know?
2. Do sedimentary rocks consist of particles of pre-existing rocks?
3. How were igneous rocks formed?
4. Do you know how sedimentary rocks have originated?
5. What is the most important characteristic feature of sediments?
6. Do sedimentary rocks account for 10 per cent of the Earth's crust?
7. Is gravel consolidated mechanical sediment? And what about sand and clay?
8. What are cementing substances? Can calcium carbonate be used as a cementing substance?
9. Are there only fine-grained sandstones?
10. What can you say about chemical sediments?
11. Can you give an example of organic sediments? How are they formed?

3) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	земная кора	а) sandstone
2.	растворяться в воде	б) fine-grained sand
3.	песчаник	в) the Earth's crust
4.	уплотненные осадки	г) exposed rocks
5.	изверженные породы	д) to dissolve in water
6.	мелкозернистый песок	е) like gypsum
7.	затвердевать	ж) consolidated sediments
8.	подобно гипсу	з) igneous rocks
9.	обнаженные породы	и) to solidify, to consolidate

б) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов.

1.	coarse-grained sand	а) разрушительная сила воды
2.	siltstone and shale	б) пластовые месторождения
3.	the destructive action of water	в) доледниковый период
4.	existing rocks	г) крупнозернистый (грубо- зернистый) песок
5.	chemical decay	д) частицы вещества
6.	sedimentary rocks	е) алеврит и сланец
7.	stratified deposits	ж) существующие породы
8.	pre-glacial period	з) осадочные породы
9.	particles of a substance	и) химический распад

Text 4: Weathering of Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

contain - v содержать *(в себе),* вмещать
crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться
contract - v сжиматься; сокращаться
dust - *n* пыль
expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**
fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель
fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*
freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать
gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно
hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом
hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф
influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*
lateral - *a* боковой
occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания
penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*
phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**
pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы
rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**
refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*
resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся
size - *n* размер; величина; класс *(угля)*
solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий
succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно
undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*
uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*
to be subjected to подвергаться

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

All rocks which are exposed on the Earth's surface (high mountain peaks, deserts) are decomposed to a certain degree. The process of rock disintegration by the direct influence of local atmospheric conditions on the Earth's surface is called weathering. This phenomenon is often referred to in geology because weathering is an active process. It takes place in the upper layers of the Earth's crust.

The main cause of physical weathering is the change in temperature that takes place with the succession of day and night. This phenomenon can best be observed in the deserts and high mountains where the changes in temperature are common.

During the day under the influence of heat, rocks expand whereas at night they begin to contract. As rocks are generally composed of different minerals, their expansion and contraction do not occur uniformly. As a result of this rocks crack. At the beginning these cracks or fissures are hardly noticeable but gradually they become wider and deeper until the whole surface of rock is finally transformed into gravel, sand or dust.

In the regions of a moderate or cold climate, where the temperature in winter goes down to below 0 (zero), the decomposition of rocks is greatly facilitated by the action of water. When water freezes it increases in volume and develops enormous lateral pressure. Under the action of water, rocks decompose to pieces of varied forms and sizes.

The decomposition of rocks under the direct influence of heat and cold is called physical weathering.

Rocks are subjected not only to physical decomposition but also to chemical weathering, i.e. to the action of chemical agents, such as water, carbon dioxide and oxygen. In a general way, chemical weathering is an acid attack on the rocks of the Earth's crust, in particular an attack on the most abundant minerals — quartz (sand) and aluminosilicates (clays). Only few minerals and rocks are resistant to the action of natural waters. The solvent action of water is stronger when it contains carbon dioxide. Water causes more complex and varied changes. With the participation of oxygen and carbon dioxide up to 90 per cent of rocks is transformed into soluble minerals, which are carried away by the waters.

Organisms and plants also take part in the disintegration of rocks. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks by making holes in them to live in. The action of plants can often be even more destructive. Their roots penetrate into the fissures of rocks and develop the lateral pressure which fractures and destroys rocks.

1. Укажите, какие предложены соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The process of sedimentation is called weathering.
2. The change in temperature causes physical weathering.
3. As a rule during the night rocks expand.
4. When freezing water decreases in volume and develops enormous lateral pressure.
5. The decomposition of rocks is due to the influence of heat and cold.
6. As a rule water contains dissolved mineral substances.
7. The solvent action of water is stronger when it does not contain carbon dioxide.
8. It should be noticed that the action of organisms and plants is destructive.
9. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What process is called weathering?
2. What process is called physical weathering?

3. Where can the phenomenon of physical weathering be best observed?
4. What process is called chemical weathering?
5. What substances can act as solvents?
6. Are all minerals and rocks resistant to the action of natural waters or only few minerals and rocks can resist the action of water?
7. How do organisms act on the destruction of rocks?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. the Earth's surface
2. to be composed of different minerals
3. the expansion of rocks
4. changes in temperature
5. under the influence of heat
6. weathering
7. destructive forces
8. a great number of fractures
9. to penetrate into fissures

а) под влиянием тепла
б) разрушительные силы
в) выветривание
г) большое количество трещин
д) состоять из различных минералов
е) расширение пород
ж) проникать в трещины
з) изменения температуры
и) поверхность земли

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. увеличиваться в объеме
2. развивать боковое давление
3. способствовать разрушению пород
4. подвергаться гниению
5. растворять вещества
6. сопротивляться (чему-л.)
7. некоторые органические вещества
8. ускорять процесс выветривания
9. куски породы различных размеров

а) to facilitate the decomposition of rocks
б) to increase in volume
в) to resist (smth)
г) rock pieces of varied (different) sizes
д) to accelerate the process of weathering
е) to be subjected to decay
ж) to dissolve substances
з) to develop lateral pressure
и) certain organic substances

Text 5: Fossil Fuels

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**
manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The chief sources of energy available to man today are oil, natural gas, coal, water power and atomic energy. Coal, gas and oil represent energy that has been concentrated by the decay of organic materials (plants and animals) accumulated in the geologic past. These fuels-are often referred to as fossil fuels.

The word fossil (derived from the Latin fodere "to dig up") originally referred to anything that was dug from the ground, particularly a mineral. Today the term fossil generally means any direct evidence of past life, for example, the footprints of ancient animals. Fossils are usually found in sedimentary rocks, although sometimes they may be found in igneous and metamorphic rocks as well. They are most abundant in mudstone, shale and limestone, but fossils are also found in sandstone, dolomite and conglomerate.

Most fuels are carbon-containing substances that are burned in air. In burning fuels give off heat which is used for different purposes.

Fuels may be solid, liquid and gaseous. Solid fuels may be divided into two main groups, natural and manufactured. The former category includes coal, wood, peat and other plant products. The latter category includes coke and charcoal obtained by heating coal in the absence of air.

Liquid fuels are derived almost from petroleum. In general, natural petroleum, or crude oil, as it is widely known, is the basis of practically all industrial fuels. Petroleum is a mixture of hundreds of different hydrocarbons — compounds composed of hydrogen and carbon — together with the small amount of other elements such as sulphur, oxygen and nitrogen. Petroleum is usually associated with water and natural gas. It is found in porous sedimentary rocks where the geological formation allowed the oil to collect from a wide area. Petroleum is one of the most efficient fuels and raw materials.

Of gaseous fuels the most important are those derived from natural gas, chiefly methane or petroleum. Using gaseous fuels makes it possible to obtain high thermal efficiency, ease of distribution and control. Gas is the most economical and convenient type of fuels. Today gas is widely utilized in the home and as a raw material for producing synthetics.

Scientists consider that a most promising source of natural resources may be the floor of the sea, a subject which now has become an important field of research.

Generally speaking, all types of fossil fuels described in the text are of great economic importance as they represent the sources of energy the man uses today.

1. Укажете, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Coal, water power and atomic energy are the only sources of energy available to man today.
2. Coal, wood and peat represent natural group of solid fuels.
3. As a rule fossil fuels are found in sedimentary rocks.
4. Crude oil is widely used for producing solid fuels.
5. Petroleum can be found in porous sedimentary rocks.
6. Gas is used to produce synthetic materials.
7. Not all types of fossil fuels burn.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What fuels are often referred to as fossil fuels?
2. What does the word fossil mean?
3. What rocks are most abundant hi fossil fuels?
4. What types of fossil fuels do you know?
5. Is coke a natural or manufactured solid fuel? And what can you say about coal and peat?
6. How are coke and charcoal produced?
7. What rocks is petroleum usually associated with?
8. What are the advantages of gaseous fuels?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов сочетаний слов.

1.	fossil fuel	а) дерево и торф
2.	raw material	б) небольшое количество аргиллита
3.	crude oil	в) органическое топливо
4.	the chief sources of energy	г) сланец и известняк
5.	to refer to	д) сырье
6.	any direct or indirect evidence of the deposit	е) материалы, содержащие углерод
7.	shale and limestone	ж) главные источники энергии
8.	carbon-containing materials	з) любые прямые или косвенные признаки месторождения
9.	wood and peat	и) сырая (неочищенная) нефть
10.	the small amount of mudstone	к) относиться к (чему-л.); ссылаться на (что-л.)

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	древесный уголь и кокс	а) to collect data
2.	жидкое топливо	б) charcoal and coke
3.	накапливать	в) to be composed of limestones
4.	собирать данные	г) liquid fuel
5.	происходить от	д) to accumulate
6.	получать хорошие результаты	е) to derive from
7.	богатый горючими сланцами	ж) to obtain good results
8.	состоять из известняков	з) abundant in oil shales

Text 6: Coal and Its Classification

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*
blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва
inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*
luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослоек
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность
similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*
store - v запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Coal is the product of vegetable matter that has been formed by the action of decay, weathering, the effects of pressure, temperature and time millions of years ago.

Although coal is not a true mineral, its formation processes are similar to those of sedimentary rocks.

Structurally coal beds are geological strata characterized by the same irregularities in thickness, uniformity and continuity as other strata of sedimentary origin. Coal beds may consist of essentially uniform continuous strata or like other sedimentary deposits may be made up of different bands or benches of varying thickness.

You can see a seam limited by two more or less parallel planes, a shape which is typical of sedimentary rocks. The benches may be separated by thin layers, of clay, shale, pyrite or other mineral matter, commonly called partings. Like other sedimentary rocks coal beds may be structurally disturbed by folding and faulting.

According to the amount of carbon coals are classified into: brown coals, bituminous coals and anthracite. Brown coals are in their turn subdivided into lignite and common brown coal. Although carbon is the most important element in coal, as many as 72 elements have been found in some coal deposits, including lithium, chromium, cobalt, copper, nickel, tungsten and others.

Lignite is intermediate in properties between peat and bituminous coal, containing when dry about 60 to 75 per cent of carbon and a variable proportion of ash. Lignite is a low-rank brown-to-black coal containing 30 to 40 per cent of moisture. Developing heat it gives from 2,500 to 4,500 calories. It is easily inflammable but burns with a smoky flame. Lignite is liable to spontaneous combustion. It has been estimated that about 50 per cent of the world's total coal reserves are lignitic.

Brown coal is harder than lignite, containing from 60 to 65 per cent of carbon and developing greater heat than lignite (4,000-7,000 calories). It is very combustible and gives a brown powder. Bituminous coal is the most abundant variety, varying from medium to high rank. It is a soft, black, usually banded coal. It gives a black powder and contains 75 to 90 per cent of carbon. It weathers only slightly and may be kept in open piles with little danger of spontaneous combustion if properly stored.

Medium-to-low volatile bituminous coals may be of coking quality. Coal is used intensively in blast furnaces for smelting iron ore. There are non-coking varieties of coal.

As for the thickness, the beds of this kind of coal are not very thick (1-1.5 meters). The great quantities of bituminous coal are found in the Russian Federation.

Anthracite or "hard" coal has a brilliant lustre containing more than 90 per cent of carbon and low percentage of volatile matter. It is used primarily as a domestic fuel, although it can sometimes be blended with bituminous grades of coal to produce a mixture with improved coking qualities. The largest beds of anthracite are found in Russia, the USA and Great Britain.

Coal is still of great importance for the development of modern industry. It may be used for domestic and industrial purposes. Being the main source of coke, coal is widely used in the iron and steel industry. Lignite, for example either in the raw state or in briquetted form, is a source of industrial carbon and industrial gases.

There is a strong tendency now for increased research into new technologies to utilize coal. No doubt, coal will be used as a raw material for the chemical industry and petrochemical processes. All these processes involve coal conversion which include gasification designed to produce synthetic gas from coal as the basis for hydrogen manufacture, liquefaction (разжижение) for making liquid fuel from coal and other processes.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Anthracite coals may be divided into lignite and common brown coal.
2. Coals are ranked according to the percentage of carbon they contain.
3. Peat, with the least amount of carbon is the lowest rank, then comes lignite or brown coal.
4. Brown coal is hard and it is not liable to spontaneous combustion.
5. Bituminous coal weathers rapidly and one cannot keep it in open piles.
6. Being intensively used in the iron and steel industry bituminous coal varies from medium to high rank.
7. Anthracite or hard coal, the highest in percentage of carbon, can be blended with bituminous grades of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is the classification of coal based on?
2. Is carbon the only element in coal? (Prove it.)
3. Is lignite intermediate in properties between peat and bituminous coal?
4. What heat value does lignite develop when burnt?
5. What coals are liable to spontaneous combustion?
6. What is the difference between lignite and brown coal?
7. Is bituminous coal high- or low-volatile?
8. Does anthracite contain 90 per cent of carbon?
9. Where are the largest deposits of anthracite found? And what can you say about bituminous coal?
10. What do you know about the utilization of coal?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	spontaneous combustion	а) легковоспламеняющийся газ
2.	moisture and ash content	б) высокосортный уголь
3.	the most abundant variety	в) плавить железную руду
4.	in its turn	г) самовозгорание
5.	the amount of volatile matter	д) содержание влаги и золы
6.	easily inflammable gas	е) дымное пламя
7.	brilliant lustre	ж) наиболее широко распространенные угли

8.	to smelt iron ore	з) яркий блеск
9.	high-rank coal	и) в свою очередь
10.	a smoky flame	к) количество летучих веществ

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов н сочетаний слов:

1.	тип угля	а) heat value
2.	некоксующийся уголь	б) amount of carbon
3.	доменная печь	в) coal rank
4.	содержание углерода	г) to store coal
5.	смешиваться с другими углями	д) to weather rapidly
6.	улучшенного качества	е) non-coking coal
7.	складировать уголь	ж) blast furnace
8.	теплотворная способность	з) of improved quality
9.	быстро выветриваться	и) to blend with other coals

Text 7: General Information on Mining

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жѐлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently ~** наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**
well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф
capital investment - капитальные вложения
gate road - промежуточный штрек
in bulk - навалом, в виде крупных кусков
metal-bearing - содержащий металл
production face/working - очистной забой
productive mining - эксплуатационные работы
in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.
with a view to - с целью

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

As has been said, mining refers to actual ore extraction. Broadly speaking, mining is the industrial process of removing a mineral-bearing substance from the place of its natural occurrence in the Earth's crust. The term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells; metal, non-metallic minerals, coal, peat, oil shale and other hydrocarbons from the earth. In other words, the work done to extract mineral, or to prepare for its extraction is called mining.

The tendency in mining has been towards the increased use of mining machinery so that modern mines are characterized by tremendous capacities. This has contributed to: 1) improving working conditions and raising labour productivity; 2) the exploitation of lower-grade metal-bearing substances and 3) the building of mines of great dimensions.

Mining can be done either as a surface operation (quarries, opencasts or open pits) or by an underground method. The mode of occurrence of the sought-for metallic substance governs to a large degree the type of mining that is practised. The problem of depth also affects the mining method. If the rock containing the metallic substance is at a shallow site and is massive, it may be economically excavated by a pit or quarry-like opening on the surface. If the metal-bearing mass is tabular, as a bed or vein, and goes to a great distance beneath the surface, then it will be worked by some method of underground mining.

Working or exploiting the deposit means the extraction of mineral. With this point in view a number of underground workings is driven in barren (waste) rock and in mineral. Mine workings vary in shape, dimensions, location and function.

Depending on their function mine workings are described as exploratory, if they are driven with a view to finding or proving mineral, and as productive if they are used for the immediate extraction of useful mineral. Productive mining can be divided into capital investment work, development work, and face or production work. Investment work aims at ensuring access to the deposit from the surface. Development work prepares for the face work, and mineral is extracted (or produced) in bulk.

The rock surfaces at the sides of workings are called the sides, or hi coal, the ribs. The surface above the workings is the roof in coal mining while in metal mining it is called the back. The surface below is called the floor.

The factors such as function, direct access to the surface, driving in mineral or in barren rock can be used for classifying mine workings:

I. Underground workings:

a) Long or deep by comparison with their cross-section may be: 1) vertical (shaft, blind pit); 2) sloping (slopes, sloping drifts, inclines); 3) horizontal (drifts, levels, drives, gate roads, adits, crosscuts).

b) Large openings having cross dimensions comparable with their length.

c) Production faces, whose dimensions depend on the thick ness of the deposit being worked, and on the method of mining it.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. As a rule, the term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells as well as coal, iron ores and other useful minerals from the earth.
2. The increased use of mining machinery has greatly contributed to raising labour productivity and improving working conditions.
3. It is quite obvious that the problem of depth is not always taken into consideration in choosing the mining method.
4. Productive workings are usually used for the immediate extraction of useful mineral.
5. Underground workings are driven in barren rock or in mineral.
6. A shaft is a vertical underground working which is long and deep in comparison with its cross-section.
7. The surface above the mine working is usually called the floor.
8. The rock surfaces at the sides of mine workings arc called the ribs.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is mining?
2. What has contributed to the better working conditions of the miners?
3. What factors influence the choice of the mining method?
4. In what case is useful mineral worked by open pits?
5. Are exploratory workings driven with a view to finding and proving mineral or are they driven for immediate extraction of mineral?
6. What is the difference between development and production work?
7. What main factors are used for classifying mine workings?
8. What do the dimensions of production faces depend on?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. direct access to the surface
2. open-cast mining
3. tabular (or bedded) deposits
4. oil well
5. underground workings
6. cross-section of a working
7. production face
8. the roof of the mine working
9. to drive mine workings in barren rock
10. to affect the mining method

а) нефтяная скважина
б) проходить горные выработки по пустой породе
в) влиять на метод разработки
г) прямой доступ к поверхности
д) пластовые месторождения
е) открытая разработка
ж) поперечное сечение выработки
з) подземные выработки
и) очистной забой
к) кровля горной выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов сочетаний слов:

1. способствовать чему-л.
2. размер ствола
3. извлекать, добывать (уголь)
4. штреки и квершлаги

5. пустая порода
6. вообще говоря
7. удалять, перемещать (крепь, вскрышу и др.)
8. с целью ...
9. подготовительные работы
10. мощность пласта

а) thickness of a seam
б) shaft dimension
в) with a view to
г) to contribute to smth.
д) development work
е) to remove (timber, overburden, etc.)
ж) drifts (gate roads) and crosscuts
з) generally speaking
и) to recover (coal)
к) waste (barren) rock

Text 8: Methods of Working Bedded Deposits Underground

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чѐм-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The method of working (or method of mining) includes a definite sequence and organization of development work of a deposit, its openings and its face work in certain geological conditions. It depends on the mining plan and machines and develops with their improvements. A rational method of working should satisfy the following requirements in any particular conditions: 1) safety of the man; 2) maximum output of mineral; 3) minimum development work (per 1,000 tons output); 4) minimum production cost and 5) minimum losses of mineral.

Notwithstanding the considerable number of mining methods in existence, they can be reduced to the following main types: 1. Methods of working with long faces (continuous mining); 2. Methods of working with short faces (room-and-pillar). The characteristic feature of the continuous mining is the absence of any development openings made in advance of production faces. The main advantage of long continuous faces is that they yield more mineral. Besides, they allow the maximum use of combines (shearers), cutting machines, powered supports and conveyers. The longwall method permits an almost 100 per cent recovery of mineral instead of 50 to 80 per cent obtainable in room-and-pillar methods.

The basic principle of room-and-pillar method is that rooms from 4 to 12 meters wide (usually 6-7) are driven from the entries, each room is separated from each other by a rib pillar. Rib pillars are recovered or robbed after the rooms are excavated. The main disadvantage of shortwall work is a considerable loss of mineral and the difficulty of ventilation. In working bedded deposits methods of mining mentioned above may be used either with stowing or with caving.

In Russia, Germany (the Ruhr coal-field), France and Belgium nearly all the faces are now long ones. In Britain longwall faces predominate.

The USA, Canada, Australia and to some extent India are developing shortwall faces and creating the machines for them. In these countries shortwall faces are widely used.

In Russia the thick seams are taken out to full thickness up to 4.5 m thick if they are steep, and up to 3.5 m thick if they are gently sloping or inclined. In the Kuznetsk coal-field long faces are worked to the dip with ashield protection, using a method proposed by N.Chinakal. In shield mining coal is delivered to the lower working by gravity so that additional haulage is not required.

It should also be noted that in Russia hydraulic mining is widely used as it is one of the most economic and advantageous methods of coal getting. New hydraulic mines are coming into use in a number of coal-fields. Hydraulic mining is developing in other countries as well.

The aim of hydraulic mining is to remove coal by the monitors (or giants) which win coal and transport it hydraulically from the place of work right to the surface. It is quite obvious that the choice of the method of mining will primarily depend on the depth and the shape and the general type of the deposit.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. A definite sequence and organization of development work is called mining.
2. Mining methods in existence can be reduced to the two main types.
3. The depth and the shape of the deposit influence the choice of the method of working.
4. As is known, in Belgium all the faces are short now, in Great Britain they amount to 84 per cent.
5. In Australian collieries shortwall faces are widely used.
6. The room-and-pillar method is characterized by the absence of any development openings.
7. High-capacity monitors win coal and transport it hydraulically right to the surface.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What factors does mining depend on?
2. What is mining?
3. What are the most important factors which affect the choice of the method of working?
4. Do short faces or long faces predominate in Russia? What can you say about the Ruhr coal-field?
5. Is Canada developing shortwall faces or longwall faces?

6. What are the main disadvantages of shortwall faces?
7. What are the two main methods of working?
8. What is the main advantage of long continuous faces?
9. What methods of mining long faces do you know?
10. What method of mining is characterized by the absence of development openings?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1. development face а) сплошная система разработки
2. great losses б) выемка целиков
3. shield method of mining в) подготовительный забой
4. continuous mining г) большие потери
5. longwall advancing to the dip д) удовлетворять требованиям
6. the room-and-pillar method of mining е) зависеть от геологических условий
7. to open up a deposit ж) выемка лавами прямым ходом по падению
8. pillar mining з) щитовая система разработки
9. to satisfy the requirements и) вскрывать месторождение
10. to depend upon the geological conditions к) камерно-столбовая система разработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. включать (в себя) а) safety
2. выемка лавами обратным ходом б) annual output
3. достигать 50% в) to involve
4. превышать 60% г) to propose a new method of mining
5. безопасность д) long wall retreating
6. годовая добыча е) in connection with difficulties
7. основной недостаток системы разработки ж) to exceed 60 per cent
8. под-этаж з) notwithstanding (in spite of)
9. крутопадающий пласт и) to reach 50 per cent
10. щитовая система разработки к) the main disadvantage of the method of mining
11. предложить новый способ разработки л) sublevel
12. в связи с трудностями м) the shield method of mining
13. несмотря на н) open up a deposit
14. вскрывать месторождение о) steep seam

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем.

1. Inigo Jones (1573-1652)
2. Christopher Wren (1632-1723)
3. Geoffrey Chaucer (1340-1400)
4. Samuel Johnson (1709-1784)
5. Alfred Tennyson (1809-1892)
6. Thomas Hardy (1840-1928)
7. John Milton (1608-1674)
8. William Makepeace Thackeray (1811-1863)
9. Henry Wadsworth Longfellow (1807 – 1882)
10. Joshua Reynolds (1723-1792)
11. Thomas More (1478 – 1535)
12. J.M.W. Turner (1775-1851)
13. Thomas Gainsborough (1727 – 1788)

14. Henry Moor (1898-1986)
15. Henry Irving (1838-1905)
16. William Gilbert (1836-1911)
17. Arthur Sullivan (1842-1900)
18. James Watt (1736 - 1819)
19. Thomas Telford (1757 - 1834)
20. Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859)
21. George Stephenson (1781 – 1848)
22. David Livingstone (1813 – 1873)
23. Tony Blair (1953)
24. Winston Churchill (1874 - 1965)
25. Margaret Hilda Thatcher (1925)
26. Sir Isaac Newton (1642 – 1727
27. Alexander Graham Bell (1847 - 1922)
28. Robert Burns (1759 – 1796)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	1 -2 страницы (до 7 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, МД-13 НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
	Список использованной литературы

Краткое содержание статьи должно быть представлено на 7-10 слайдах, выполненных в PowerPoint.

2.4 Подготовка к тесту

Тест направлен на проверку страноведческих знаний и знаний межкультурной коммуникации. Для этого студентам необходимо повторить материал, представленный в *Социально-культурной сфере общения* по теме «Страны изучаемого языка» (Я и мир). Для успешного написания теста изучите следующий материал:

THE GEOGRAPHICAL POSITION OF GREAT BRITAIN

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland covers an area of some 244 thousand square miles. It is situated on the British Isles. The British Isles are separated from Europe by the Strait of Dover and the English Channel. The British Isles are washed by the North Sea in the east and the Atlantic Ocean in the west.

England is in the southern and central part of Great Britain. Scotland is in the north of the island. Wales is in the west. Northern Ireland is situated in the north-eastern part of Ireland.

England is the richest, the most fertile and most populated part in the country. There are mountains in the north and in the west of England, but all the rest of the territory is a vast plain. In the northwestern part of England there are many beautiful lakes. This part of the country is called Lake District.

Scotland is a land of mountains. The Highlands of Scotland are among the oldest mountains in the world. The highest mountain of Great Britain is in Scotland too. The chain of mountains in Scotland is called the Grampians. Its highest peak is Ben Nevis. It is the highest peak not only in Scotland but in the whole Great Britain as well. In England there is the Pennine Chain. In Wales there are the Cumbrian Mountains.

There are no great forests on the British Isles today. Historically, the most famous forest is Sherwood Forest in the east of England, to the north of London. It was the home of Robin Hood, the famous hero of a number of legends.

The British Isles have many rivers but they are not very long. The longest of the English rivers is the Severn. It flows into the Irish Sea. The most important river of Scotland is the Clyde. Glasgow stands on it. Many of the English and Scottish rivers are joined by canals, so that it is possible to travel by water from one end of Great Britain to the other.

The Thames is over 200 miles long. It flows through the rich agricultural and industrial districts of the country. London, the capital of Great Britain, stands on it. The Thames has a wide mouth, that's why the big ocean liners can go up to the London port. Geographical position of Great Britain is rather good as the country lies on the crossways of the see routes from Europe to other parts of the world. The sea connects Britain with most European countries such as Belgium, Holland, Denmark, Norway and some other countries. The main sea route from Europe to America also passes through the English Channel.

United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland occupies the territory of the British Isles. They lie to the north-west of Europe.

Once upon a time the British Isles were an integral part of the mainland. As a result of sinking of the land surface they became segregated. Great Britain is separated from the continent by the English Channel. The country is washed by the waters of the Atlantic Ocean. Great Britain is separated from Belgium and Holland by the North Sea, and from Ireland — by the Irish Sea.

There are several islands along the coasts. The total area of the British Isles is 325 000 km2. The main islands are Great Britain and Ireland.

The surface of the country is much varied. Great Britain is the country of valleys and plains.

The insular geographical position of Great Britain promoted the development of shipbuilding, different trading contacts with other countries. It has also allowed the country to stay independent for quite a long period of time.

THE BRITISH PARLIAMENT

The British Parliament is the oldest in the world. It originated in the 12th century as Witenagemot, the body of wise councillors whom the King needed to consult pursuing his policy. The British Parliament consists of the House of Lords and the House of Commons and the Queen as its head.

The House of Commons plays the major role in law-making. It consists of Members of Parliament (called MPs for short). Each of them represents an area in England, Scotland, Wales and Ireland.

MPs are elected either at a general election or at a by-election following the death or retirement. Parliamentary elections are held every 5 years and it is the Prime Minister who decides on the exact day of the election. The minimum voting age is 18. And the voting is taken by secret ballot.

The election campaign lasts about 3 weeks, The British parliamentary system depends on political parties.

The party which wins the majority of seats forms the government and its leader usually becomes Prime Minister. The Prime Minister chooses about 20 MPs from his party to become the cabinet of ministers. Each minister is responsible for a particular area in the government. The second largest party becomes the official opposition with its own leader and «shadow cabinet». The leader of the opposition is a recognized post in the House of Commons.

The parliament and the monarch have different roles in the government and they only meet together on symbolic occasions, such as coronation of a new monarch or the opening of the parliament. In reality, the House of Commons is the one of three which has true power.

The House of Commons is made up of six hundred and fifty elected members, it is presided over by the speaker, a member acceptable to the whole house. MPs sit on two sides of the hall, one side for the governing party and the other for the opposition. The first 2 rows of seats are occupied by the leading members of both parties (called «front benches»). The back benches belong to the rank-and-life MPs.

Each session of the House of Commons lasts for 160-175 days. Parliament has intervals during his work. MPs are paid for their parliamentary work and have to attend the sittings.

As mention above, the House of Commons plays the major role in law making. The procedure is the following: a proposed law («a bill») has to go through three stages in order to become an act of Parliament; these are called «readings».

The first reading is a formality and is simply the publication of the proposal. The second reading involves debate on the principles of the bill; it is examination by parliamentary committee. And the third reading is a report stage, when the work of the committee is reported on to the house. This is usually the most important stage in the process.

When the bill passes through the House of Commons, it is sent to the House of Lords for discussion, when the Lords agree it, the bill is taken to the Queen for royal assent, when the Queen sings the bill, it becomes act of the Parliament and the Law of the Land.

The House of Lords has more than 1000 members, although only about 250 take an active part in the work in the house. Members of this Upper House are not elected; they sit there because of their rank. The chairman of the House of Lords is the Lord Chancellor. And he sits on a special seat, called «Woolsack».

The members of the House of Lords debate the bill after it has been passed by the House of Commons. Some changes may be recommended and the agreement between the two houses is reached by negotiations.

BRITISH TRADITIONS AND CUSTOMS

British nation is considered to be the most conservative in Europe. It is not a secret that every nation and every country has its own customs and traditions. In Great Britain people attach greater importance to traditions and customs than in other European countries. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. The best examples are their queen, money system, their weights and measures.

There are many customs and some of them are very old. There is, for example, the Marble Championship, where the British Champion is crowned; he wins a silver cup known among folk dancers as Morris Dancing. Morris Dancing is an event where people, worn in beautiful clothes with ribbons and bells, dance with handkerchiefs or big sticks in their hands, while traditional music-sounds.

Another example is the Boat Race, which takes place on the river Thames, often on Easter Sunday. A boat with a team from Oxford University and one with a team from Cambridge University hold a race.

British people think that the Grand National horse race is the most exciting horse race in the world. It takes place near Liverpool every year. Sometimes it happens the same day as the Boat Race takes place, sometimes a week later. Amateur riders as well as professional jockeys can participate. It is a very famous event.

There are many celebrations in May, especially in the countryside.

Halloween is a day on which many children dress up in unusual costumes. In fact, this holiday has a Celtic origin. The day was originally called All Halloween's Eve, because it happens on October 31, the eve of all Saint's Day. The name was later shortened to Halloween. The Celts celebrated the coming of New Year on that day.

Another tradition is the holiday called Bonfire Night. On November 5, 1605, a man called Guy Fawkes planned to blow up the Houses of Parliament where the king James 1st was to open Parliament on that day. But Guy Fawkes was unable to realize his plan and was caught and later, hanged. The British still remember that Guy Fawkes' Night. It is another name for this holiday. This day one can see children with figures, made of sacks and straw and dressed in old clothes. On November 5th, children put their figures on the bonfire, burn them, and light their fireworks.

In the end of the year, there is the most famous New Year celebration. In London, many people go to Trafalgar Square on New Year's Eve. There is singing and dancing at 12 o'clock on December 31st.

A popular Scottish event is the Edinburgh Festival of music and drama, which takes place every year. A truly Welsh event is the Eisteddfod, a national festival of traditional poetry and music, with a competition for the best new poem in Welsh. If we look at English weights and measures, we can be convinced that the British are very conservative people. They do not use the internationally accepted measurements. They have conserved their old measures. There are nine essential measures. For general use, the smallest weight is one ounce, then 16 ounce is equal to a pound. Fourteen pounds is one stone.

The English always give people's weight in pounds and stones. Liquids they measure in pints, quarts and gallons. There are two pints in a quart and four quarts or eight pints are in one gallon. For length, they have inches: foot, yards and miles.

LONDON

As well as being the capital of England, London is the capital of the United Kingdom. London was founded by the Romans in 43 A.D. and was called Londinium. In 61 A.D. the town was burnt down and when it was rebuilt by the Romans it was surrounded by a wall. That area within the wall is now called the City of London. It is London’s commercial and business centre. It contains the Bank of England, the Stock Exchange and the head offices of numerous companies and corporations. Here is situated the Tower of London.

The Tower was built by William the Conqueror who conquered England in 1066. He was crowned at Westminster Abbey. Now most of the Government buildings are located there.

During the Tudor period (16th century) London became an important economic and financial centre. The Londoners of the Elizabethan period built the first theatres. Nowadays the theatre land is stretched around Piccadilly Circus. Not far from it one can see the British Museum and the «Covent Garden» Opera House.

During the Victorian period (19th century) London was one of the most important centers of the Industrial Revolution and the centre of the British Empire. Today London is a great political centre, a great commercial centre, a paradise for theatre-goers and tourists, but it is also a very quiet place with its parks and its ancient buildings, museums and libraries.

LONDON

London is the capital of Great Britain, its political, economic and commercial center. It`s one of the largest cities in the world and the largest city in Europe. Its population is about 9 million. London is one of the oldest and most interesting cities in the world. Traditionally it`s divided into several parts: the City, Westminster, the West End and the East End.

They are very different from each other and seem to belong to different towns and epochs. The heart of London is the City, its financial and business center. Numerous banks, offices and firms are situated there, including the Bank of England, the Stock Exchange and the Old Bailey. Few people live here, but over a million people come to the City to work. There are some famous ancient buildings within the City. Perhaps the most striking of them in St. Paul`s Cathedral, the greatest of British churches. St. Paul`s Cathedral has always dominated the center of London. It stands on the site of former Saxon and Norman churches. They latter were destroyed in the Great Fire and the present building, completed in 1710, is the work of the eminent architect Sir Christopher Wren. It is an architectural masterpiece.

Londoners have a particular affection for St. Paul`s, which is the largest Protestant Church in England. Its high dome, containing the remarkable Whispering Gallery, is a prominent landmark towering above the multistoried buildings which line the river-bank.

The Tower of London was one of the first and most impressive castles built after the Norman invasion of England in 1066. Since the times of William I various kings have built and extended the Tower of London and used it for many purposes. The Tower has been used as a royal palace, an observatory, an arsenal, a state prison, and many famous and infamous people have been executed within its walls. It is now a museum. For many visitors the principal attraction is the Crown Jewels, the finest precious stones of the nation. A fine collection of armour is exhibited in the keep. The security of the Tower is ensured by a military garnison and by the Yeoman Warders or Beefeaters, who still wear their picturesque Tudor uniform.

Westminster is the historic, the governmental part of London. Westminster Abbey is a national shrine where the kings and queens are crowned and famous people are buried. Founded by Edward the Confessor in 1050, the Abbey was a monastery for along time. The present building dates largely from the times of Henry 3, who began to rebuild the church, a task which lasted nearly 300 years. The West towers were added in the eighteenth century. Since William I almost every English monarch has been crowned in this great church, which contains the tombs and memorials of many of Britain`s most eminent citizens: Newton, Darwin, Chaucer, Dickens, Tennyson, Kipling and etc. One of the greatest treasures of the Abbey is the oaken Coronation Chair made in 1300. The Abbey is also known for its Poet`s Corner. Graves and memorials to many English poets and writers are clustered round about.

Across the road from Westminster Abbey is Westminster Palace, or the Houses of Parliament, the seat of the British Parliament. The Parliament of Great Britain and Northern Ireland consists of the House of Lords and the House of Commons. The House of Lords consists of just over 1,000 members of the different grades of nobility — dukes, marquises, earls, viscounts and barons.

The House of Commons consists of 650 members. They are elected by secret ballot by men and women aged 18 and over. Every Parliament is divided into Sessions. Each of these may last a year and usually begins early in November. The Clock Tower, which contains the hour-bell called Big Ben, is known over the world. The bell is named after Sir Benjamin Hall.

Buckingham Palace is the official residence of the Queen. The West End is the richest and most beautiful part of London. It is the symbol of wealth and luxury. The best hotels, shops, restaurants, clubs, and theatres are situated there. There are splendid houses and lovely gardens belonging to wealthy people.

Trafalgar Square is the geographical center of London. It was named in memory of Admiral Nelson`s victory in the battle of Trafalgar in 1805. The tall Nelson`s Column stands in the middle of the square. On the north side of Trafalgar Square is the National Gallery and the National Portrait Gallery.

Not far away is the British Museum — the biggest museum in London. It contains a priceless collection of ancient manuscripts, coins, sculptures, est., and is famous for its library.

The East End is the poorest district of London. There are a lot of factories, workshops and docks here. The streets are narrow, the buildings are unimpressive. The East End is densely populated by working class families.

PLACES OF INTERESTS IN GREAT BRITAIN

Britain is rich in its historic places which link the present with the past. The oldest part of London is Lud Hill, where the city is originated. About a mile west of it there is Westminster Palace, where the king lived and the Parliament met, and there is also Westminster Abby, the coronation church. Liverpool, the «city of ships», is England’s second greatest port, ranking after London. The most interesting sight in the Liverpool is the docks. They occupy a river frontage of seven miles.

The University of Liverpool, established in 1903, is noted for its School of Tropical Medicine. And in the music world Liverpool is a well-known name, for it’s the home town of «The Beatles».

Stratford-on-Avon lies 93 miles north-west of London. Shakespeare was born here in 1564, and here he died in 1616.

Cambridge and Oxford Universities are famous centers of learning. Stonehenge is a prehistoric monument, presumably built by Druids, members of an order of priests in ancient Britain. Tintagel Castle is King Arthur's reputed birthplace. Canterbury Cathedral is the seat of the Archbishop of Canterbury, head of the Church of England.

The British Museum is the largest and richest museum in the world. It was founded in 1753 and contains one of the world's richest collections of antiquities. The Egyptian Galleries contain human and animal mummies. Some parts of Athens' Parthenon are in the Greek section.

Madam Tussaud's Museum is an exhibition of hundreds of life-size wax models of famous people of yesterday and today. The collection was started by Madam Tussaud, a French modeller in wax, in the 18th century. Here you can meet Marilyn Monroe, Elton John, Picasso, the Royal Family, the Beatles and many others: writers, movie stars, singers, politicians, sportsmen, etc.

5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя повторение всех изученных тем курса.

Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тест состоит из 20 вопросов.	КОС - тестовые задания	Оценивание уровня знаний, умений, владений
Практико-ориентированное задание	Задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию	Количество заданий в билете – 1. Предлагаются задания по изученным темам в виде практических ситуаций.	КОС- Комплект заданий	Оценивание уровня знаний, умений и навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой, к.п.н., доцент
Л.Г. Юсупова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.Б.02 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

форма обучения: очная, заочная

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрен на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Протокол № 7 от 19.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....4
Выполнение работы над ошибками……...…8
Критерии оценивания контрольной работы ……9
Образец титульного листа …….….10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

общекультурные:

- владением письменной и устной речью на русском языке, способность использовать профессионально-ориентированную риторику, владеть методами создания понятных текстов, способность осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков (ОК-13).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности *20.03.01 Техносферная безопасность.*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.Б.02 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;

- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;

- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;

- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;

- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы №1

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья) и теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is**/are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках

заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные предложения».

ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях следующими предлогами: de, à, chez, dans, pour, depuis. vers, avec, devant. en.

Пример: **Monsieur Dupont est en mission**.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Предлоги».

Задание 2. Заполните пропуски, выберите правильно указательное прилагательное:

Пример: **Peux-tu me passer ces dictionnaires?**

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Указательные прилагательные».

Задание 3. Поставьте нужный артикль или предлог там, где это необходимо:

Пример: **C'est la salle des études**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Употребление слитного артикля».

Задание 4. Выберите правильную форму глагола:

Пример: **Tous les matins, il s'est levé à 7 heures depuis un an.**

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глаголов 1,2,3 группы в Présent».

Задание 5. Ответьте на следующие вопросы:

Пример: **Où passez-vous vos vacances d'été? - Je les passe en Crimée.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Личные местоимения le, la, les».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

40-44 балла (90-100%) - оценка «отлично»;

31-39 балла (70-89%) - оценка «хорошо»;

22-30 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа КУТБ-20

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
«Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях»

форма обучения: **очная, заочная**

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 16.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ 5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ.....5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ……,..... 5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА.....5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА.....6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ…….……,,,,,..... 7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,..... 11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……,, 12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.

56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?

83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Шулиманов Д.Ф.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Конспект лекций

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ 3

Лекция 2. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ОБЩЕКУЛЬТУРНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ..... 18

Лекция 3. САМОКОНТРОЛЬ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ..... 36

Лекция 4. СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ 55

Лекция 5. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ 85

Лекция 6. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА И СПЕЦИАЛИСТА..... 94

Лекция 7. ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА..... 106

Лекция 8. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ. СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА..... 116

Лекция 9. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕБНОГО ТРУДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. СРЕДСТВА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ..... 127

Лекция 10. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ 134

Лекция 11. СПОРТ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ВЫБОР ВИДОВ СПОРТА ИЛИ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ 147

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ..... 156

Лекция 1

ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ

1.1. Здоровье человека как ценность, компоненты здоровья

Сегодня существует более 300 вариантов определения понятия «здоровье»: одни характеризуют здоровье как отсутствие болезней, другие — как способность сохранять равновесие между организмом и постоянно меняющейся внешней и внутренней средой, третьи — как гармоничное физическое развитие. В настоящее время широкое распространение получило определение здоровья, данное в уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Здоровье *— динамическое состояние физического, духовного и социального благополучия, обеспечивающее полноценное выполнение человеком трудовых, психических и биологических функций при максимальной продолжительности жизни.*

Принято выделять несколько компонентов здоровья:

соматический — текущее состояние органов и систем органов человеческого организма. Основой соматического здоровья является биологическая программа индивидуального развития человека.

физический — уровень развития и функциональных возможностей органов и систем организма. Основа физического здоровья — это морфологические и функциональные резервы клеток, тканей, органов и систем органов, обеспечивающие приспособление организма к воздействию различных факторов.

психический — состояние психической сферы человека. Основу психического здоровья составляет состояние общего душевного комфорта, обеспечивающее адекватную регуляцию поведения.

сексуальный — комплекс соматических, эмоциональных, интеллектуальных и социальных аспектов сексуального существования человека, позитивно обогащающих личность, повышающих коммуникабельность человека и его способность к любви.

нравственный — комплекс характеристик мотивационной и потребностно-информационной основы жизнедеятельности человека. Основу нравственного компонента здоровья человека определяет система ценностей, установок и мотивов поведения индивида в социальной среде. Этот компонент связан с общечеловеческими истинами добра, любви, красоты и в значительной мере определяется духовностью человека, его знаниями и воспитанием.

Совершенно очевидно, что понятие «здоровье» имеет комплексный характер. Каждый образованный человек должен, если не досконально знать, то хотя бы иметь представление о своем организме, об особенностях строения и функциях различных органов и систем, своих индивидуально-

психологических особенностях, способах и методах коррекции своего состояния, своей физической и умственной работоспособности.

1.2. Факторы, определяющие здоровье

Основными факторами, определяющими здоровье человека, являются: образ жизни, биология и наследственность, внешняя среда и природно-климатические условия, здравоохранение. Исследования, проведенные в 1980 г. в США, показали, что удельный вес факторов, влияющих на здоровье, различен. Так, влияние образа жизни составило 51,2 %, биологии человека и его наследственности — 20,5 %, внешней среды и природно-климатических условий — 19,9 %, здравоохранения — 8,5 % (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Факторы, определяющие здоровье человека

Факторы окружающей среды (климат, погода, экологическая обстановка) влияют на здоровье человека.

Наука, занимающаяся изучением зависимости самочувствия от погоды, разработала своеобразный «календарь» болезней. Так, зимой грипп и простудные заболевания встречаются чаще, чем летом. Воспалением легких чаще болеют в январе; пик язвенных кровотечений приходится на февраль; ревматизм обостряется в апреле. Для зимы и лета характерны кожные заболевания. В магнитоактивные дни обостряются сердечно-сосудистые заболевания, усиливаются нервные расстройства, повышается раздражительность, наблюдается быстрая утомляемость, ухудшается сон.

Экологическая обстановка также влияет на здоровье человека. Организм отвечает различными расстройствами на вредные воздействия физических излучений; нервно-психической неустойчивостью на информационные перегрузки и перенаселенность, чрезмерный шум в городах; аллергическими реакциями на изменение химического состава окружающей среды.

Исследования показали, что у людей с более высоким уровнем физической подготовленности устойчивость организма к влиянию внешней среды значительно выше, чем у лиц с низкой общей физической подготовленностью.

Наследственность и возрастные изменения, происходящие в организме человека по мере его развития во многом определяют качество здоровья. Способности, потребности, интересы, желания, проблемы табакокурения, алкоголизма и наркомании, предрасположенность или непредрасположенность к болезням имеют наследственную компоненту.

Способность организма сопротивляться воздействиям вредных факторов определяется наследственными особенностями адаптивных механизмов и характером их изменений. Здоровье наследственно и социально обусловлено, но оно изменяется в зависимости от меры ответственности за него самого человека. Улучшить здоровье можно, прежде всего, посредством активного поведения, связанного с научно обоснованными рекомендациями здорового образа жизни (ЗОЖ).

Здравоохранение — система государственных и общественных мероприятий по предупреждению заболеваний и лечению заболевших. Существующая система здравоохранения не может снизить рост заболеваемости населения, связанных с неблагоприятными изменениями условий жизни, трудовой деятельности, окружающей среды, так как не имеет реальных социальных и экономических возможностей влиять на причины возникновения болезней. Решение проблемы находится в области совершенствования механизмов саморегуляции, расширения физиологических резервов человека, достижения утерянной гармонии в структуре организма и личности.

Образ жизни характеризуется особенностями повседневной жизни человека, охватывающими его трудовую деятельность, быт, формы использования свободного времени, удовлетворения материальных и духовных потребностей, участие в общественной жизни, нормы и правила поведения. В настоящее время, как уже было отмечено, из суммы всех факторов, влияющих на здоровье человека, 51,2 % приходится на образ жизни человека.

Каждая из социальных групп имеет свои отличия в образе жизни, свои ценности, установки, эталоны поведения и т. д. Этим объясняется реальное многообразие вариантов образа жизни различных людей.

Образ жизни человека включает три категории: уровень жизни, качество жизни и стиль жизни.

Уровень жизни — степень удовлетворения основных материальных и духовных потребностей: возможности потребления тех или иных продовольственных и промышленных товаров, обеспеченность здравоохранением,

жилищными и культурными условиями, т. е. количественный аспект удовлетворения потребностей.

Качество жизни отражает степень удовлетворения содержательных потребностей (мотивации жизни, комфортность труда и быта, качество питания и условия приема пищи, качество одежды, жилья и т. п.), которые проявляются в возможностях самоутверждения, самовыражения, саморазвития и самоуважения.

Стиль жизни — это определенный тип поведения личности или группы людей, фиксирующий устойчиво воспроизводимые черты, манеры, привычки, вкусы, склонности, характеризующие ее относительную самостоятельность и способность построить себя как личность в соответствии с собственными представлениями о полноценной, содержательной в духовном, нравственном и физическом отношении жизни.

Концентрированным выражением взаимосвязи образа жизни и здоровья человека является понятие «здоровый образ жизни».

1.3. Здоровый образ жизни и его составляющие

Студенческий возраст характеризуется интенсивной работой над формированием своей личности. Это время поисков молодыми людьми ответов на разнообразные нравственно-этические, научные, общекультурные, экономические и политические вопросы, которые отражаются в их образе жизни.

Анализ фактических материалов о жизнедеятельности студентов свидетельствует о его неупорядоченности и хаотичной организации. Это отражается в таких важнейших компонентах, как несвоевременный прием пищи, систематическое недосыпание, малое пребывание на свежем воздухе, недостаточная двигательная активность, отсутствие закаливающих процедур, выполнение самостоятельной учебной работы во время, предназначенное для сна, курение и др. Накапливаясь в течение учебного года, негативные последствия такой организации жизнедеятельности увеличивают число заболеваний. А так как эти процессы наблюдаются в течение 5–6 лет обучения, то они оказывают существенное влияние на состояние здоровья студентов.

Здоровье рассматривается в качестве одного из необходимых и важнейших условий активной, творческой и полноценной жизни человека. Природная способность организма к самообновлению и совершенствованию открывает путь к сохранению здоровья на долгие годы при рациональной его эксплуатации, но для этого каждому человеку необходимо постоянно прилагать определенные усилия по организации здорового образа жизни.

Основными составляющими элементами ЗОЖ являются:

разумное чередование труда и отдыха;
рациональное питание;
преодоление вредных привычек;
оптимальная двигательная активность;

соблюдение правил личной гигиены;
закаливание;
психогигиена.

В реализации задачи осуществления ЗОЖ в обществе большие надежды возлагаются на выпускников высшей школы, будущих руководителей различного уровня в сфере бизнеса, на производстве, в научных учреждениях и в учебных заведениях.

Разумное чередование труда и отдыха — важный компонент здорового образа жизни. Ритмичное протекание физиологических процессов — это главное свойство живого организма. Биоритмы отдельных органов и систем взаимодействуют друг с другом и образуют упорядоченную систему ритмических процессов, организовывающих деятельность организма во времени.

Правильно составленный распорядок дня, распределение работы таким образом, чтобы наибольшая нагрузка соответствовала возможностям организма, — одна из важнейших задач сохранения здоровья и трудоспособности.

Синхронность ритмов в организме позволяет человеку легко адаптироваться к изменениям, происходящим в окружающем его мире. Рассогласованность биоритмов приводит к болезненным изменениям в организме. Постоянное нарушение режима «свет-темнота», изменение нормального чередования сна и бодрствования, режима труда и отдыха, питания приводят к снижению трудоспособности, быстрой утомляемости, разбитости, сонливости днем и бессоннице ночью; учащению сердцебиения, потливости — состоянию, близкому к заболеванию.

Для сохранения высокого уровня работоспособности организма необходимо строго выполнять режим каждого дня, установленный по закономерностям биологических ритмов, с учетом биологических часов. При этом рекомендуется учитывать наиболее изученные суточные и недельные биологические ритмы. Так, исследованиями установлено, что высокий подъем работоспособности у человека в течение суток наблюдается с 6 до 12 и с 17 до 20 часов. В эти часы активизируются почти все функции организма. Значительно снижаются психофизиологические функции ночью от 2 до 4 часов и днем от 13 до 16 часов.

Рациональное питание означает соблюдение трех основных принципов: 1) равновесие между поступающей с пищей энергией и энергией, расходуемой человеком во время жизнедеятельности, т. е. *баланс энергии;* 2) удовлетворение потребности организма в определенном *количестве* и *соотношении пищевых веществ* (белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей); 3) соблюдение *режима питания* (определенное время приема пищи, определенное ее количество при каждом приеме и др.).

Все продукты состоят из одних и тех же *пищевых веществ (белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей, воды),* но различаются их содержанием и особенностями химического состава. Чтобы правильно построить свой пищевой рацион, необходимо иметь представление о значении для

организма тех или иных пищевых веществ.

Основными пищевыми веществами, необходимыми для жизнедеятельности организма, являются белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и вода. Отсутствие или недостаток любого из них приводит к нарушению функций организма.

Белки служат материалом для построения клеток, тканей и органов, образования ферментов и большинства гормонов, входящих в состав соединений, обеспечивающих иммунитет организма к инфекциям. В суточном рационе белки животного происхождения (мясо, рыба, яйца, молочные продукты и др.) должны составлять 60 %, растительного происхождения (хлеб, крупяные изделия, овощи и др.) — 40 %. Белки выполняют и энергетическую функцию: при окислении 1 г белка выделяется 4 ккал. По калорийности они должны составлять 13 % суточной энергоемкости пищевого рациона.

Жиры выполняют пластическую функцию, являясь структурной частью клеток. Они участвуют в обмене витаминов, способствуют их усвоению и одновременно служат источниками некоторых витаминов (А, Д, Е). В суточном рационе жиры животного происхождения должны составлять 60–80 %, растительного — 20–40 %. Жиры обладают большой энергоемкостью — 1 г жира при окислении дает 9 ккал. Они должны обеспечивать 33 % суточной энергоемкости пищевого рациона.

Углеводы входят в состав почти всех клеток и тканей организма, выполняя строительную функцию. Они принимают участие в белковом обмене, способствуя синтезу аминокислот, и еще большее значение углеводы имеют при жировом обмене, ибо «жиры горят в пламени углеводов». В суточном рационе углеводы простые в виде сладостей должны составлять 20–40 %, сложные в виде крахмалов (имеются в составе почти всех продуктов, наибольшее количество содержится в картофеле, крупах и хлебе) — 60–80 %.

Углеводы являются основным источником энергии для организма, и, хотя при окислении 1 г углеводов выделяется только 4 ккал, они должны составлять 54 % энергоемкости суточного пищевого рациона.

Витамины не имеют ни пластического, ни энергетического значения. Это биологически активные вещества, регулирующие обмен веществ и разносторонне влияющие на жизнедеятельность организма. Они синтезируются в организме и проявляют свое биологическое действие в малых дозах — в миллиграммах или тысячных долях миллиграммов при поступлении с пищей самостоятельно или в составе ферментов. Недостаток витаминов приводит к гиповитаминозу, а их полное отсутствие — к авитаминозу, что сопровождается резким нарушением функций организма (рахит, нарушение роста и т. д.)

Минеральные вещества и микроэлементы (кальций, фосфор, калий, натрий, железо, йод) обладают пластическими свойствами, участвуя в построении тканей, особенно костной, регулируют кислотно-щелочное состояние организма, входят в состав ферментных систем, гормонов и витаминов и влияют на их функцию, нормализуют водно-солевой обмен. Физиологическое влия-

ние минеральных веществ распространяется на все системы организма и биохимические процессы, происходящие в них. Среди минеральных веществ выделяют макро- и микроэлементы. Первые содержатся в тканях в больших количествах — десятках и сотнях миллиграммов, вторые — в миллиграммах или тысячных долях.

Вода — это наиболее важная составляющая часть пищевого рациона, ибо все биохимические процессы в клетках организма протекают в водной среде. Вода составляет 66 % человеческого тела. Больше всего воды содержит головной мозг, особенно его серое вещество (кора головного мозга) — 80 %, мышцы — 76 %, костная ткань — 25 %. Суточная потребность человека в воде — 2,5 л, у людей, занимающихся тяжелым физическим трудом и у спортсменов — 3,0 л.

Соблюдение гигиенических правил питания способствует более эффективному перевариванию пищи и снабжению внутренней среды организма питательными веществами, необходимыми для нормального протекания процессов жизнедеятельности.

Рекомендуется выполнять следующие гигиенические правила питания:

прием пищи должен производиться в одно и то же время. Это способствует выработке условного рефлекса, когда к моменту приема пищи начинают обильно выделяться пищеварительные соки, что обеспечивает хорошее пищеварение. При занятиях физическими упражнениями и спортом принимать пищу следует за 2–2,5 ч до тренировки и спустя 30–40 мин после ее окончания;

ужин не должен быть обильным и должен состоять из легко перевариваемых продуктов (молочные и овощные блюда, салаты, запеканки, рыба, яичница, а из напитков — молоко, чай или фруктовые соки). Ужинать нужно не позднее, чем за 2 часа до сна.

Вредные привычки — курение табака, употребление алкогольных напитков и наркотиков — оказывают пагубное влияние на здоровье, значительно снижают умственную и физическую работоспособность, сокращают продолжительность жизни.

Курение — вредная и опасная привычка, которая развивается по принципу условного рефлекса. При курении даже сигарет с фильтром в организм вместе с табачным дымом поступают многие ядовитые продукты. Потребность в табаке не является естественной физиологической потребностью человека, она возникает под влиянием определенных социальных условий жизни. Эту потребность нельзя признать необходимой, разумной или здоровой ни с точки зрения физиологии, ни с точки зрения человеческого разума. Свойства табака и табачного дыма в настоящее время хорошо изучены. Наука убедительно доказала, что курение ни при каких условиях и ни в каких дозах не приносит человеку пользы, а вред от курения огромен.

При сгорании табака в табачном дыме, который вдыхает курящий человек, находится более 300 сильно действующих вредных веществ, обладающих

вредоносным действием на организм курильщика. Среди них: угарный газ (CO), деготь и различные смолы, этилен, изопрен, бензопирен, сероводород, аммиак, формальдегид, синильная кислота, радиоактивный полоний-210, ионы тяжелых металлов (свинца, висмута, ртути, кадмия, кобальта и др.), сильнодействующий яд и наркотик — никотин и другие вещества. Поэтому курение является серьезным фактором возникновения тяжелых заболеваний ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системы, органов пищеварения, онкологических заболеваний. Безобидное на первый взгляд занятие — курение табака влечет за собой весьма тяжелые отдаленные последствия. При курении ядовитые вещества, образующиеся при сгорании табака, через легкие попадают в кровь и вместе с кровью — в ткани всех внутренних органов и систем организма, где выполняют свою разрушительную работу.

Исследованиями установлено, что при курении 20 % никотина остается в организме курящего, 25 % разрушается при сгорании табака, 5 % остается в окурке и 50 % уходит в окружающий воздух. Некурящие люди, организм которых не привык к никотину, болезненно реагируют на длительное пребывание в накуренных помещениях. Особенно большой вред воздух, насыщенный табачным дымом, наносит организму детей. Категорически запрещается курить на спортивных сооружениях (стадионах, площадках, в спортивных залах и т. д.), а также в их подсобных помещениях (раздевалках, туалетах, душевых).

Употребление алкогольных напитков также приводит к резким нарушениям в состоянии здоровья и к значительному снижению умственной и физической работоспособности.

Алкоголь — этиловый спирт, являющийся отравляющим веществом для живых организмов. Проникая в ткани различных органов, он очень быстро расстраивает их работу. Мгновенно сгорая (окисляясь), он отнимает у клеток кислород и воду, необходимые для обеспечения процессов жизнедеятельности, чем разрушает клетки и вызывает заболевания различных органов.

У людей, часто употребляющих спиртные напитки даже в малых количествах или редко, но в больших дозах, наблюдаются заболевания печени, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, пищеварительных органов, органов дыхания и других, снижается сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям; ухудшается память, имеют место «провалы» памяти, особенно кратковременной; снижается способность к логическому мышлению; угасает интеллект. Систематическое употребление алкоголя отрицательно действует и на половую сферу, вызывает различные нарушения в сексуальной жизни.

Употребление спиртных напитков не только разрушает здоровье, но и отрицательно влияет на волевые качества человека, ослабляет умственную деятельность, нередко приводит его к аморальным поступкам. Полный отказ от алкогольных напитков — залог хорошего здоровья, успешной учебы и будущей профессиональной деятельности.

Наркомания — это резко выраженное болезненное влечение

и привыкание человека к наркотическим веществам. Влечение к наркотику развивается довольно быстро. Для возникновения пристрастия может быть достаточно самого непродолжительного времени приема небольших доз наркотического вещества. В малых дозах наркотики вызывают так называемую эйфорию — ложное ощущение веселья, благодушия, приятного успокоения. В больших количествах — состояние выраженного опьянения, оглушенности, наркотический сон и даже острое отравление со смертельным исходом. Некоторые наркотические вещества способствуют появлению иллюзий и галлюцинаций. Процесс привыкания к наркотикам создает такое равновесие в организме, при котором отсутствие привычного поступления наркотического вещества воспринимается организмом как специфический яд. Для наркомании характерна потребность в увеличении количества принимаемого наркотического вещества, так как к прежним дозам организм привыкает, становится устойчивым, и они постепенно перестают оказывать свое действие. В отсутствие наркотика человек испытывает жесточайшие психические и физические муки.

Наркомания ведет к быстрому истощению психических и физических сил человека, к глубокой инвалидности. Употребление наркотиков, даже эпизодическое, оказывает губительное воздействие на организм и может привести к тяжелому заболеванию.

При употреблении наркотиков происходит хроническое отравление организма с глубокими нарушениями умственной и физической деятельности. Резко снижается умственная и физическая работоспособность, слабеет воля, утрачивается чувство долга. Наркоманы быстро теряют здоровье и трудоспособность, деградируют как личности и доходят порой до тяжких преступлений. Чаще всего роковым шагом на пути к наркомании становится однократный прием наркотика из любопытства, желания испытать его воздействие, либо с целью подражания.

Личная гигиена включает в себя: рациональный устойчивый режим, уход за телом, гигиену одежды и обуви. Знание правил личной гигиены необходимо каждому человеку. Для студентов это важно, так как строгое их соблюдение способствует укреплению здоровья, повышению умственной и физической работоспособности.

Гигиена тела содействует нормальному протеканию процессов жизнедеятельности организма, способствует улучшению обмена веществ, кровообращения, пищеварения, дыхания, развитию физических и умственных способностей человека. От состояния кожного покрова зависит здоровье человека, его работоспособность, сопротивляемость различным заболеваниям.

Кожа представляет собой важный орган человеческого тела, выполняющий многие функции: защиту внутренней среды организма, выделение из организма продуктов обмена веществ, теплорегуляцию и др. В коже находится большое количество нервных окончаний, и поэтому она обеспечивает организму постоянную информацию о всех действующих на него раз-

дражителях.

Наша кожа постоянно загрязняется. В течение недели с ее поверхности выделяется 100–300 граммов жировых веществ, 3–5 литров пота, на коже остается 35–70 граммов различных солей, 40–90 граммов отшелушившегося эпителия. При загрязненной коже создаются условия для попадания в организм вредных микробов, через повреждения кожи (царапины, ссадины, потертости, трещины и др.) они проникают внутрь организма и могут вызвать различные заболевания. Загрязненная кожа снижает свою бактерицидную способность. Если на чистой коже все микробы погибают за 20 минут, то на грязной через 30 минут количество микробов уменьшается только на 15 %. Недаром говорят, что инфекционные желудочные заболевания — это болезни грязных рук. Поэтому важно заботиться о чистоте кожи и не реже одного раза в неделю мыться горячей водой с мылом и мочалкой под душем, в ванне или бане.

Одежда предохраняет организм от неблагоприятных воздействий внешней среды, механических повреждений и загрязнений. С гигиенической точки зрения, она должна помогать приспосабливаться к различным условиям внешней среды, способствовать созданию необходимого микроклимата, быть легкой и удобной. Важное значение имеют теплозащитные свойства одежды, а также ее воздухопроницаемость, гигроскопичность и другие качества.

Спортивная одежда должна отвечать требованиям, предъявляемым спецификой занятий и правилами соревнований по различным видам спорта. Она должна быть, по возможности, легкой и не стеснять движений.

С гигиенической точки зрения, обувь должна быть легкой, эластичной и хорошо вентилируемой. Необходимо, чтобы ее теплозащитные и водоупорные свойства соответствовали погодным условиям.

Спортивная обувь должна быть удобной, прочной, хорошо защищать стопу от повреждений и иметь специальные приспособления для занятий тем или иным видом спорта. На тренировках, соревнованиях и во время туристских походов следует пользоваться только хорошо разношенной и прочной обувью. Необходимо, чтобы спортивная обувь и носки были чистыми и сухими, в противном случае могут возникнуть потертости, а при низкой температуре воздуха — отморожения.

Закаливание — важное средство профилактики негативных последствий охлаждения организма или действия высоких температур. Систематическое применение закаливающих процедур снижает число простудных заболеваний в 2–5 раз, а в отдельных случаях почти полностью исключает их.

Закаливание воздухом. Воздух влияет на организм температурой, влажностью и скоростью движения. Дозировка воздушных ванн осуществляется или постепенным снижением температуры воздуха, или увеличением длительности процедуры при одной и той же температуре. Сигналами неблагоприятного воздействия на организм при теплых ваннах являются резкое покраснение кожи и обильное потоотделение, при прохладных и холодных —

появление «гусиной кожи» и озноб. В этих случаях воздушная ванна прекращается. Холодные ванны могут принимать лишь хорошо закаленные люди и только после врачебного обследования.

Закаливание солнцем — солнечные ванны. Каждый вид солнечных лучей оказывает специфическое действие на организм. Инфракрасные лучи оказывают тепловое воздействие, ультрафиолетовые имеют бактерицидные свойства, под их влиянием образуется пигмент меланин, в результате чего кожа приобретает смуглый цвет — загар, предохраняющий организм от избыточной солнечной радиации и ожогов. Ультрафиолетовые лучи необходимы для синтеза в организме витамина Д, без которого нарушается рост и развитие костей, нормальная деятельность нервной и мышечной систем. Ультрафиолетовые лучи в малых дозах возбуждают, а в больших — угнетают ЦНС, могут привести к ожогу. Если после приема солнечных ванн вы бодры и жизнерадостны, у вас хороший аппетит, крепкий, спокойный сон, значит, они пошли вам на пользу. Если вы становитесь раздражительным, вялым, плохо спите, пропал аппетит, — значит, нагрузка была велика и нужно на несколько дней исключить пребывание на солнце, а в дальнейшем сократить продолжительность солнечных ванн.

Закаливание водой — мощное средство, обладающее ярко выраженным охлаждающим эффектом, так как ее теплоемкость и теплопроводность во много раз больше, чем воздуха. Показателем влияния водных закаливающих процедур служит реакция кожи. Если в начале процедуры она на короткое время бледнеет, а затем краснеет, то это говорит о положительном воздействии, следовательно, физиологические механизмы терморегуляции справляются с охлаждением. Если же реакция кожи выражена слабо, побледнение и покраснение отсутствуют, то это означает недостаточность закаливающего воздействия. Надо несколько понизить температуру воды или увеличить длительность процедуры. Резкое побледнение кожи, чувство сильного холода, озноб и дрожь свидетельствуют о переохлаждении. В этом случае надо уменьшить холодовую нагрузку, повысить температуру воды или сократить время процедуры.

К водным процедурам относят обтирание (начальный этап закаливания водой), обливание, душ. В начале закаливания температура воды должна быть около +30–32° С и продолжительность не более минуты. В дальнейшем можно постепенно снижать температуру и увеличивать продолжительность до 2 мин, включая растирание тела. При хорошей степени закаленности можно принимать контрастный душ, чередуя 2–3 раза воду 35–40° С с водой 13–20° С на протяжении 3 мин. Регулярный прием указанных водных процедур вызывает чувство свежести, бодрости, повышенной работоспособности. При купании осуществляется комплексное влияние на организм воздуха, воды и солнечных лучей. Начинать купания можно при температуре воды 18–20° С и 14–15 °С воздуха.

Психогигиена — это наука, занимающаяся укреплением душевного здоровья, его сохранением или восстановлением в случае, если оно не было

серьезно подорвано. Она постоянно находит применение в повседневной жизни, разрабатывает средства и методы воспитания нравственной и психической культуры, а также снятия нервного напряжения, нежелательных признаков в психоэмоциональной сфере и отрицательного воздействия стресса, который возникает под влиянием сильных эмоциональных переживаний.

К числу отрицательных факторов, вызывающих стресс у студентов, можно отнести проблемы в семье, общежитии, обиду, тоску, неустроенность в жизни, подавленный гнев, незаслуженное оскорбление, сильный страх, дефицит времени, резкие перемены в условиях жизни, к которым нельзя быстро приспособиться.

Отрицательное воздействие стресса усиливается, если человек больше сосредоточен на оценке того «Что случилось?» и «Чем это грозит?», чем на вопросе «Что можно сделать?».

Предотвращение срывов при стрессах обеспечивает регулярная, но не чрезмерная физическая нагрузка, обладающая антистрессовым действием, снижающая тревогу и подавленность.

Один из доступных способов регулирования психического состояния — психическая саморегуляция посредством аутогенной тренировки. В основе аутотренинга лежат упражнения в произвольном, волевом длительном и глубоком расслаблении мышц.

Мышечная деятельность связана с эмоциональной сферой. Внутреннее состояние человека, который чем-то огорчен, расстроен, взволнован, выражается в том, что его мышцы напряжены. Расслабление мышц служит внешним показателем положительных эмоций, состояния общего покоя, уравновешенности, удовлетворенности.

Сексуальное поведение — один из аспектов социального поведения человека. Регламентируя наиболее важные аспекты сексуального поведения, культура оставляет место для индивидуальных или ситуативных вариаций, содержание которых может существенно варьироваться.

Либерализация половой морали, частая смена партнеров, в сочетании с низкой сексуальной культурой порождают ряд серьезных последствий — аборты, распространение венерических заболеваний, СПИД, растет число разводов. Для некоторой части молодых людей секс становится развлечением и рассматривается как сфера индивидуального самоутверждения. Чем меньше внешних запретов, тем важнее индивидуальный самоконтроль и выше ответственность за свои решения, тем выше значение морального выбора.

Студенческий возраст — это возраст максимальной активности половых гормонов. «Бомбардировка» ими мозговых эмоциональных зон вызывает бурное проявление эмоций любви, которые требуют соответствующего волевого и этического поведения, заставляют молодых людей быть более активными и целеустремленными. Однако сексуальные эмоции управляемы, и с помощью волевых усилий их можно, если они чрезмерны, переключить на другой вид активности — интеллектуальный, физический, эстетический. Не-

обходимой предпосылкой гармонизации сексуального стиля является здоровый образ жизни, с его двигательной активностью, регулярными физическими нагрузками, отказом от вредных привычек и т. д.

Сексуальная жизнь всегда была тесно связана с состоянием физического и психического здоровья, им во многом определяется продолжительность и интенсивность сексуального возбуждения и физиологических реакций. Сексуальные возможности у лиц с ослабленным здоровьем понижены.

Так, у лиц, злоупотребляющих алкоголем и курением, сексуальная жизнь постепенно нарушается, ее расстройства встречаются в 41–43 % случаев.

Двигательная активность (ДА) — необходимое условие ЗОЖ. Человек рождается с потребностью двигаться. ДА человеку так же необходима, как потребность в дыхании, воде, пище. Способность осуществлять мышечные движения является важнейшим свойством организма человека. Это свойство лежит в основе жизненно необходимых действий, в том числе трудовой деятельности, а также является конечным результатом психических проявлений. Знаменитый русский физиолог И. М. Сеченов писал, что все бесконечное многообразие внешних проявлений мозговой деятельности окончательно сводится к одному лишь явлению — мышечному движению.

За время эволюционного развития функция мышечного движения подчинила себе устройство, функции и всю жизнедеятельность других органов, систем и всего организма, поэтому он очень чутко реагирует как на снижение ДА, так и на тяжелые, непосильные физические нагрузки.

На стене Форума в Элладе было высечено: "Если хочешь быть сильным, бегай; если хочешь быть красивым, бегай; если хочешь быть умным, бегай". Справедливость этого изречения в настоящее время доказана многими научными исследованиями. Они раскрывают значение движения для развития и формирования человека, а также для различных сторон его психики и физиологических процессов, протекающих в организме.

Давно известно, что мышечная деятельность оказывает влияние на внутренние органы человека, причем оно настолько выражено, что позволяет рассматривать физические упражнения как рычаг, воздействующий через мышцы на деятельность всех систем организма. Это дает возможность понять механизм целого ряда нарушений, развивающихся в организме при гиподинамии — ограничении двигательного режима человека.

Жизнь современного человека характеризуется резким снижением ДА. Современному человеку трудно успевать за требованиями, предъявляемыми научно-техническим прогрессом. В условиях научно-технического прогресса, с одной стороны, снижается ДА человека, происходит его физическая растренированность, а с другой — большое нервно-эмоциональное напряжение на современном производстве требует высокой физической подготовленности. Это противоречие приводит к срыву в деятельности организма, к снижению сопротивляемости внешним воздействиям и различным заболеваниям.

В зависимости от целей в жизни и индивидуальных особенностей каж-

дому человеку самостоятельно или с помощью специалистов физической культуры необходимо подобрать систему физических упражнений или вид спорта с целью обеспечения оптимальной ДА.

1.4. Физическое самовоспитание и самосовершенствование — необходимое условие здорового образа жизни

Физическое *самовоспитание* понимается как процесс целенаправленной, сознательной, планомерной работы над собой и ориентированный на *формирование физической культуры личности*. Он включает совокупность приемов и видов деятельности, определяющих и регулирующих эмоционально окрашенную, действенную позицию личности в отношении своего здоровья, психофизического состояния, физического совершенствования и образования.

Физическое воспитание и образование не дадут долговременных положительных результатов, если они не активизируют стремление студента к самовоспитанию и самосовершенствованию. Самовоспитание интенсифицирует процесс физического воспитания, закрепляет, расширяет и совершенствует практические умения и навыки, приобретаемые в физическом воспитании.

Для самовоспитания нужна воля, хотя она сама формируется и закрепляется в работе, преодолении трудностей, стоящих на пути к цели. Оно может быть сопряжено с другими видами самовоспитания — нравственным, интеллектуальным, трудовым, эстетическим и др.

Основными мотивами физического самовоспитания выступают: требования социальной жизни и культуры; притязание на признание в коллективе; соревнование, осознание несоответствия собственных сил требованиям социально-профессиональной деятельности. В качестве мотивов могут выступать критика и самокритика, помогающие осознать собственные недостатки.

Процесс физического самовоспитания включает три основных этапа.

I этап связан с *самопознанием* собственной личности, выделением ее положительных психических и физических качеств, а также негативных проявлений, которые необходимо преодолеть. Эффект самопознания обусловлен требовательностью студента к себе. К методам самопознания относятся самонаблюдение, самоанализ и самооценка. Самонаблюдение — универсальный метод самопознания, глубина и адекватность которого зависят от его целенаправленности и умения субъекта видеть, систематически наблюдать на основе выделенных критериев за качествами или свойствами личности. Самоанализ требует рассмотрения совершенного действия, поступка, причин, вызвавших это, помогает выяснить истинную причину поступка и определить способ преодоления нежелательного поведения в следующий раз. Самооценка тесно связана с уровнем притязаний, т. е. степенью трудности достижения целей, которые студент ставит перед собой. Расхождение между притязаниями и реальными возможностями ведет к тому, что студент начинает неправильно се-

бя оценивать, вследствие чего его поведение становится неадекватным. Самооценка зависит от ее качества (адекватная, завышенная, заниженная). Если она занижена, то способствует развитию неуверенности в собственных возможностях, ограничивает жизненные перспективы. Ее адекватность в значительной мере определяется наличием четких критериев поведения, действий, развития физических качеств, состояния организма и др. Первый этап завершается решением работать над собой.

На *II этапе*, исходя из самохарактеристики, определяется цель и *программа самовоспитания*, а на их основе составляется *личный план*.

Общая программа должна учитывать условия жизни, особенности самой личности, ее потребности. На основе программы формируется личный план физического самовоспитания, в котором также определены задачи (например, воспитание выносливости), используемые средства и методы (например, бег, пешие походы, прогулки на велосипеде и т. д.), их содержание (например, бег в чередовании с ходьбой 30 минут, езда на велосипеде 1 час) и дни проведения тренировочных занятий (например, 3 раза в неделю).

III этап физического самовоспитания связан непосредственно с его *практическим осуществлением*. Он базируется на использовании способов воздействия на самого себя с целью самоизменения. Методы самовоздействия, направленные на совершенствование личности, именуют методами самоуправления. К ним относятся самоприказ, самовнушение, самоубеждение, самоупражнение, самокритика, самоободрение, самообязательство, самоконтроль, самоотчет.

Примерная форма ведения дневника самоконтроля приводится в гл. 8. Систематическое заполнение дневника самоконтроля является своеобразной формой самоотчета о проделанном за день; позволяет анализировать и своевременно корректировать реализацию программы здорового образа жизни

Лекция 2
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ОБЩЕКУЛЬТУРНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

2.1. Цель и задачи физического воспитания

Физическое воспитание является неотъемлемой составной частью обучения и профессиональной подготовки студентов. Оно направлено на укрепление здоровья, улучшение физической и профессионально-прикладной подготовленности студентов.

Физическое воспитание осуществляется комплексно в тесной взаимосвязи учебных занятий, занятий в спортивных секциях, оздоровительных группах, клубах по видам спорта, а также спортивно-массовых мероприятий во внеучебное время и самостоятельных занятий студентов.

Важнейшее значение имеет теоретический раздел учебной программы, в котором предусмотрено освоение студентами знаний по использованию средств физического воспитания для сохранения и укрепления здоровья, поддержания на высоком уровне умственной работоспособности, профилактики заболеваний, приобретения навыков самоконтроля в процессе занятий физическими упражнениями.

Цель физического воспитания студентов — *формирование физической культуры личности*.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

формирование осознанного понимания социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;

овладение целостной системой знаний научно-биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;

формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, здоровому образу жизни, физического самосовершенствования и самовоспитания, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом;

овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие;

развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре;

обеспечение общей и профессионально-прикладной физической подготовленности, определяющей физическую готовность студента к будущей профессии;

приобретение опыта творческого использования физкультурно-спортивной деятельности в быту, семье и на производстве для достижения жизненных и профессиональных целей.

2.2. Основные понятия, термины физической культуры

Изучение любой дисциплины, как правило, начинается с освоения ее понятийного аппарата, т. е. со специфических профессиональных терминов и понятий.

Понятия — это основная форма человеческого мышления, устанавливающая однозначное толкование того или иного термина, выражая при этом наиболее существенные стороны, свойства или признаки определенного объекта (явления).

Физическая культура — это часть общей культуры общества, направленная на укрепление и повышение уровня здоровья, всестороннее развитие физических способностей и использование их в общественной практике и повседневной жизни.

Физическое воспитание — это педагогический процесс, вид воспитания, специфическим содержанием которого являются обучение движениям, воспитание физических качеств, овладение специальными знаниями, формирование осознанной потребности в занятиях физическими упражнениями.

Физическое развитие — процесс изменения и совершенствования естественных морфологических и функциональных свойств организма человека (длина, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких и др.) в течение его жизни. Физическое развитие управляемо. С помощью физических упражнений, различных видов спорта, рационального питания, режима труда и отдыха можно изменять в необходимом направлении различные показатели физического развития. В основе управления физическим развитием лежит биологический закон упражняемости и закон единства форм и функций организма. Кроме того, физическое развитие в некоторой мере обусловлено и законами наследственности, которые необходимо учитывать как факторы, благоприятствующие или, наоборот, препятствующие физическому совершенствованию человека.

Понятие **«физическое совершенство»** обобщает представление об оптимальной мере гармонического физического развития во всесторонней физической подготовленности человека. Причем подразумевается, что эта мера оптимально соответствует требованиям трудовой, спортивной и других сфер жизнедеятельности, выражает достаточно высокую степень развития индивидуальной физической одаренности и отвечает закономерностям долголетнего сохранения крепкого здоровья.

Тренировка (англ. training — упражнение) — в узком понимании — повторное выполнение физического упражнения с целью достижения наиболее высокого результата; в широком — педагогический процесс, включаю-

щий обучение спортсменов спортивной технике и тактике, развитие физических способностей.

Тренированность — степень функционального приспособления организма к предъявляемым тренировочным нагрузкам, формирующаяся в результате систематических занятий физическими упражнениями.

Физические упражнения — это движения или действия, используемые для развития физических способностей (качеств), органов и систем, для формирования и совершенствования двигательных навыков.

Физическая рекреация (от лат. recreatio) — это процесс использования физических упражнений, а также видов спорта в упрощенных формах, для активного отдыха, получения удовольствия от этого процесса, развлечения, переключения с одного вида деятельности на другой, отвлечение от обычных видов трудовой, бытовой, спортивной, военной деятельности.

Двигательная реабилитация — это целенаправленный процесс использования физических упражнений для восстановления или компенсации частично или временно утраченных двигательных способностей, лечения травм и их последствий.

2.3. Виды физической культуры

Любое сложное общественное явление и каждая область человеческой деятельности имеет исторически сложившуюся форму организации (компонентов, видов) и строение (связи, отношения между ними). В структуру культуры общества в качестве одного из важных его видов входит физическая культура, которая, в свою очередь, имеет собственную структуру. С определенной условностью физическую культуру можно подразделить на ряд больших разделов, которые по своим особенностям соответствуют различным направлениям и сферам ее использования в обществе. Каждый раздел включает виды и разновидности, например, базовая физическая культура — школьная, вузовская и т. д.; фоновая физическая культура — рекреативная и реабилитационная.

Базовая (образовательная) физическая культура — фундаментальная часть физической культуры, которая включена в систему образования и воспитания (физическая культура в детском саду, школьная физическая культура). Базовая — потому, что она направлена на приобретение основного фонда жизненно важных двигательных умений и навыков («школы движений») и физических качеств. Базовая физическая культура одного звена системы образования может быть «основой» физической культуры следующего звена (детский сад — школа, школа — вуз и т. п.).

Спорт — это вид физической культуры, соревновательная деятельность и подготовка к ней, основанные на использовании физических упражнений в целях достижения наивысших спортивных результатов.

Туризм — вид физической культуры. Активные виды туризма — пеший, горный, водный, вело- и др. — носят не только оздоровительный, но и профессионально-прикладной характер. В то же время существуют виды туризма (экскурсии, круизы, турне и др.), которые в большей мере решают задачи познавательного характера и в меньшей степени связаны с физическими упражнениями и нагрузками оздоровительного характера.

Профессионально-прикладная физическая культура (ППФК) — планомерно организованный процесс специально направленного использования физической культуры для формирования двигательных умений и навыков, способствующих освоению профессии. В свою очередь, основу ППФК составляет профессионально-прикладная физическая подготовка (например, ППФП геодезиста, ППФП конструктора, ППФП инженера-программиста). В этот же вид физической культуры входит и физическая культура на производстве (вводная гимнастика, физкультурные паузы, физкультминутки, послерабочие реабилитационные упражнения и т. п.).

Оздоровительно-реабилитационная физическая культура — процесс специально направленного использования физических упражнений в качестве средств лечения и восстановления функций организма, нарушенных или утраченных вследствие заболеваний, травм и др. причин. Распространенные её формы — *лечебная* физическая культура (ЛФК), *адаптивная* физическая культура (АФК). ЛФК использует широкий комплекс средств и методов (лечебная гимнастика, дозированная ходьба, бег и др. упражнения), специализированных в зависимости от характера заболеваний. АФК направлена на максимально возможное развитие жизнеспособности человека, имеющего устойчивые отклонения в состоянии здоровья (в том числе, инвалиды).

Спортивно-реабилитационная физическая культура направлена на восстановление функциональных и приспособительных возможностей организма после длительных периодов напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок, особенно при перетренировке и ликвидации последствий спортивных травм.

К **«фоновым»** видам физической культуры относятся гигиеническая физическая культура и рекреативная. *Гигиеническая* физическая культура — это различные формы физической культуры, включенные в рамки повседневного быта (утренняя гимнастика, прогулки, другие физические упражнения в режиме дня, не связанные со значительными нагрузками). *Рекреативная* физическая культура — активный туризм, походы выходного дня, физкультурно-спортивные развлечения. Фоновая физическая культура оказывает оперативное влияние на текущее функциональное состояние организма, нормализуя его и способствуя созданию благоприятного функционального «фона» жизнедеятельности.

2.4. Социальная роль, функции физической культуры и спорта

Физическая культура — вид культуры общества и человека. Это деятельность и ее результаты по формированию физической готовности к жизни; с одной стороны, специфический процесс, с другой — результат человеческой деятельности, а также средство и способ физического совершенствования людей. По отношению к культуре человек выступает в трех ипостасях: он ее осваивает (потребляет), является носителем культуры и создает новые культурные ценности. Освоение, «потребление» физической культуры проявляется в результатах этой деятельности — в овладении знаниями, развитии физических качеств и двигательных способностей, «владельцем» которых он и является.

Физическая культура, решая проблему воспроизводства физических способностей человека, является важной частью культуры общества в целом. С одной стороны, от духовной культуры общества она получает и перерабатывает идейно-теоретическую и научно-философскую информацию. С другой — она сама обогащает культуру, науку, искусство, литературу специальными ценностями в виде теории, научных знаний, методик физического развития и спортивной тренировки.

Деятельность в сфере физической культуры имеет как материальные, так и духовные ценности.

Материальными ценностями являются результаты воздействия физической культуры на биологическую сторону человека — физические качества, двигательные возможности. К материальным ценностям физической культуры относятся также спортивные сооружения, спортивные базы учебных заведений, спортивно-медицинские учреждения, учебные заведения, готовящие кадры физической культуры и спорта, научно-исследовательские институты. К материальным ценностям непосредственно относятся здания, лаборатории, аппаратура и пр.

К *духовным* ценностям физической культуры относятся произведения искусства, посвященные физической культуре и спорту — живопись, скульптура, музыка, кино; система управления физкультурной деятельностью в государстве; наука о физическом воспитании. В целом духовные ценности воплощаются в результатах научной, теоретической, методической деятельности.

Поэтому физическая культура — это сложное социальное явление, которое не ограничено решением одних только задач физического развития, а выполняет и другие социальные функции в области политики, морали, этики и эстетики.

Физическая культура стимулирует развитие духовной и материальной деятельности, поскольку создает общественные потребности и побуждает к поискам, открытиям в области науки, новым методикам, новым техническим средствам. Она увеличивает потребности общества в строительстве материально-технических сооружений, созданию приборов, конструированию

и совершенствованию инвентаря и оборудования. Тем самым, она способствует созданию новых материальных и духовных ценностей.

Физическая культура обогащает культуру общества уникальной информацией о влиянии на человека предельных физических и психических нагрузок (в спорте, космосе), об особенностях адаптации к ним, о биологических резервах организма. Эта информация может использоваться и используется в смежных науках — физиологии, биохимии и т. д.

Она способствует возникновению и развитию новых направлений в теории и практике строительства (безопорные перекрытия стадионов), технологий (необходимость изготовления снарядов, инвентаря, оборудования из искусственных материалов, отвечающих требованиям мирового спорта), создании искусственных покрытий (лыжных трасс, трамплинов, ледяных катков).

В социальной жизни, в системе образования, воспитания, в сфере организации труда, повседневного быта, здорового отдыха, физическая культура проявляет свои воспитательные, образовательные, оздоровительные, экономические и общекультурные функции, способствует возникновению такого социального течения, как физкультурное движение, т. е. совместной деятельности людей по использованию, распространению и приумножению ценностей физической культуры.

Физическая культура призвана выполнять ряд специфических функций:

образовательная — получение знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, способность их творческого использования для личного и профессионального развития;

прикладная — повышение специфической физической подготовленности и работоспособности для трудовой деятельности и воинской службы средствами профессионально-прикладной физической культуры;

спортивная — достижение максимальных результатов в избранном виде спорта;

рекреативная — организация содержательного досуга;

оздоровительно-реабилитационная — предупреждение утомления и восстановление временно утраченных функциональных возможностей организма.

Приведенные функции физической культуры могут удовлетворить запросы и потребности в физкультурной деятельности любого человека.

В современных системах физического воспитания все более видное место занимает ***спорт***. Это объясняется особой действенностью спорта как средства и метода физического воспитания, его популярностью, широчайшим развитием в последние десятилетия международных спортивных связей, неуклонно возрастающей общекультурной и престижной значимостью спорта.

Несмотря на то, что спорт без соревновательной деятельности не существует, его функции не исчерпываются достижениями чисто состязательных целей. Спорт представляет собой эффективное средство для совершенствова-

ния человека, преобразования его духовной и физической природы в соответствии с запросами общества, является действенным фактором воспитания и самовоспитания.

Социальная ценность спорта заключается и в том, что он является средством этического, эстетического, нравственного воспитания личности.

Достигаемый в процессе занятий спортом повышенный уровень функциональных возможностей организма и создаваемый одновременно фонд полезных умений и навыков могут в значительной мере предопределить ускоренное усвоение спортсменом профессионально-трудовой, военной и иной социально нужной деятельности.

Велико значение спорта как своего рода эталона оценки человеческих возможностей. «Спортивный эталон» предполагает использование спортивной деятельности в качестве модели для изучения максимальных возможностей человеческого организма при физических и психических напряжениях в экстремальных условиях и обладает широкими возможностями для развития познавательных способностей человека.

Спорт интересен как эмоционально насыщенное зрелище. Зрелищная сущность спорта незаурядна. Она способствует привитию интереса к занятиям физической культурой и спортом, внедрению их в образ жизни. Современные технические средства коммуникаций способствовали тому, что аудитория спортивных зрелищ, как никогда прежде расширилась, а это увеличило неординарное влияние спорта на эмоциональный мир человечества.

При характеристике социальной роли спорта важно иметь в виду его немалое экономическое значение. Материальные вложения общества в развитие спорта многократно окупаются, прежде всего, повышением общего уровня работоспособности, укреплением здоровья, увеличением продолжительности жизни человека. Экономически значимы и финансовые доходы, получаемые от спортивных зрелищ, эксплуатации спортивных сооружений, продажи спортивного инвентаря, оборудования, атрибутики, издательской и научной деятельности.

Спорт считают одним из средств социализации личности. Непосредственно в процессе спортивной деятельности возникают разнообразные специфические отношения соперничества и содружества отдельных спортсменов, между командами, организаторами, спортивными арбитрами и т. д., которые так или иначе включены в систему социальных отношений, выходящих за рамки спорта. Совокупность всех этих отношений составляет основу формирующего влияния спорта на личность, становление социального опыта.

2.5. Физическая культура личности студента

Физическая культура по праву является одной из составляющих культуры человека вообще. Одно из определений понятия «культура» — степень раскрытия потенциальных возможностей личности в различных

областях ее деятельности. Индивидуальный уровень общей культуры человека можно охарактеризовать его поведением, поступками и действиями на текущий момент времени. Насколько раскрыты созидательные возможности человека, мы судим по его духовным ценностям, по его действиям в социальной среде как носителя существующих и создателя новых культурных ценностей для самосовершенствования и развития культуры будущих поколений. Логично, что по ходу жизни уровень культуры личности должен постоянно повышаться, так как человек приобретает новые знания, жизненный опыт, приобщается к общечеловеческим духовным ценностям. Все это происходит в процессе жизнедеятельности человека.

Подобным образом, то есть процессом воздействия на человека, можно повысить и уровень его физической культуры. Такой процесс в сфере физической культуры имеет два направления — физкультурное образование и физическое воспитание. Целью физкультурного образования является усвоение теоретических основ дисциплины, формирование устойчивой мотивации к здоровому и продуктивному стилю жизни, а также потребности в физическом самосовершенствовании. Цель второго направления — сосредоточить все внутренние ресурсы организма на достижении поставленной цели. Значит, в его основе должна быть положена целесообразная двигательная деятельность в форме физических упражнений, позволяющих эффективно формировать необходимые умения и навыки, физические способности, оптимизировать состояние здоровья, повышать работоспособность. Сделать это можно только с помощью физического воспитания — педагогического процесса, направленного на эффективное решение этих задач.

Оба направления очень важны для формирования физической культуры человека, и отсутствие какого-либо из них негативно влияет на гармоничное развитие личности. Как бы хорошо ни был физкультурно образован человек, как бы много он ни знал о пользе физических упражнений для организма, как бы эмоционально он ни переживал, наблюдая спортивные состязания как зритель, если его жизнь никак не связана с целенаправленной двигательной деятельностью для поддержания и укрепления собственного здоровья, мы не можем характеризовать его как человека физической культуры. С другой стороны, достаточно традиционный путь освоения ценностей физической культуры с явным приоритетом телесного совершенствования и выполнения определенных зачетных нормативов — это лишь базис для достижения конечной цели. Эффективное воспитание физических качеств и двигательных способностей не может быть обособленным и независимым процессом. Оно непременно должно быть связано с другими сторонами воспитания человека — познавательной, нравственной, эстетической, трудовой.

Начальным этапом становления физической культуры личности является формирование *ценностно-смыслового* отношения человека к своей физи-

ческой форме. Сюда входит знание студентом своего физического развития и здоровья, умение оценивать свои физические способности, а также положительный настрой на физкультурно-оздоровительную деятельность.

Следующий этап — *преобразовательный*. Это собственно *познавательная и физкультурно-спортивная* деятельность. Цель педагога по физической культуре — поэтапно, в процессе освоения предмета оказать помощь студентам в своем самопознании и самоопределении в физкультурно-оздоровительной деятельности. Студент должен иметь возможность оценить свое физическое развитие, сравнить его со сверстниками и контролировать свою деятельность в сфере физической культуры в соответствии с требованиями учебной программы дисциплины.

Личный образовательный уровень и позитивный опыт преобразования физического потенциала молодых людей создаст фундамент для перехода на последний — *творческий* — этап *самореализации* студентов и выпускников вузов в сфере физической культуры.

За время обучения в высшем учебном заведении студент должен пройти через все этапы становления физической культуры личности. Безусловно, поступая в вуз, абитуриент уже имеет определенный уровень личной физической культуры, характеризующийся общим физическим состоянием личности, физической подготовленностью, физическим совершенством, знаниями из области физической культуры. Однако контингент поступающих в вузы не однороден по возрасту, социальному статусу, опыту физкультурно-спортивной деятельности. Кроме того, учащимся старших классов сельских школ зачастую не преподают вообще уроки физической культуры. Поэтому роль дисциплины «Физическая культура» в вузе значительно выше, так как здесь она и преподается на более высоком уровне, и воспринимается студентом более осознанно, с пониманием значения результатов физического воспитания и физкультурного образования в дальнейшей жизни человека.

Каким должен быть человек, имеющий достаточно высокий уровень физической культуры? Это, прежде всего, человек свободный, способный к самоопределению в сфере физической культуры. Он может самостоятельно выбирать пути реализации социальной программы физической культуры, движение по которым должно воплощаться в специальных физкультурных знаниях и убеждениях, физических качествах и способностях, а также в выработавшихся на их основе навыках, привычках и потребностях. Лишь в этом случае личность воспринимает образование в сфере физической культуры как составляющую собственного стиля жизни, как фактор самообразования и самосовершенствования и подчиняет образование целям личностного роста. Этому способствуют широкие возможности свободного выбора физкультурной деятельности для студентов.

Стремление к самопознанию психофизических возможностей, пониманию красоты человеческого тела и спортивных движений, а также к понима-

нию автономии своего внутреннего мира ведет к формированию творческой индивидуальности человека высокого уровня физической культуры. Обычно такие люди не довольствуются достигнутыми результатами, а постоянно стремятся к созиданию нового. Причем их творческий настрой не ограничивается лишь физическим самосовершенствованием и охватывает другие сферы жизни — труд, быт, общение, организацию отдыха.

Как правило, результатом подобных усилий становится сформированная потребность в саморазвитии, достаточно большой объем усвоенных знаний, двигательных умений и навыков, развитое аналитическое и интуитивное мышление, способность и стремление к жизнетворчеству.

Молодые люди должны знать, что причины многих человеческих ошибок и трагедий состоят в неумении покорять собственную натуру. Сфера физической культуры объединяет биологическое и социальное начала в человеке, помогает личности стать сильнее. Сильная личность — синтез ума, физического здоровья и воли. Безусловно, качества сильной личности нельзя приобрести в бесшабашном веселье, бесполезных развлечениях или поощрениях собственного эгоизма. Только благодаря осознанию природы повседневных забот и невзгод появляется уверенность в собственных силах и шанс их преодолеть.

Вузовская педагогическая практика показывает, что у студентов, включенных в систематические занятия по физическому воспитанию и проявляющих на этих занятиях достаточно высокую активность, вырабатывается определенный стереотип режима дня, наблюдается развитие социально ориентированных установок и более высокий жизненный тонус. Они в большей степени коммуникабельны, выражают готовность к сотрудничеству, ценят общественное признание, адекватно реагируют на критику в свой адрес. Этой категории студентов в большей мере присущи ответственность, чувство долга, добросовестность, собранность. Они более успешно взаимодействуют в работе, требующей систематического напряжения организма, им легче дается эффективный самоконтроль. Все это указывает на основательное положительное влияние регулярных физических нагрузок на характерологические особенности личности студентов.

Конечно, здесь важна мотивация, которая стимулирует и мобилизует личность на проявление двигательной активности. Какими могут быть мотивы? Это потребность в движениях и физических нагрузках, общение, дружеская солидарность, соперничество, подражание, эмоциональная разрядка, самоутверждение, веяния моды, способ развлечения, активный отдых и т. п. Безусловно, для студентов вузов одним из серьезных мотивов является долженствование — обязанность посещать занятия. Молодые люди должны обязательно находить для себя любые побудительные мотивы для занятий физическими упражнениями и выделять для этого время.

Современный ритм жизни требует от молодых людей все большего напряжения сил. Нервные, умственные и физические перегрузки, связанные с овладением сложной современной техники, стрессы профессионального

и бытового характера ведут к нарушению обмена веществ, избыточному весу, к возникновению сердечно-сосудистых заболеваний. К тому же объем двигательной активности человека в течение дня сведен к минимуму: автоматизация, электроника и робототехника на производстве, автомобили, лифты, стиральные машины в быту обусловили недопустимый дефицит двигательной деятельности человека. Неблагоприятное влияние этих факторов на здоровье человека настолько велико, что внутренние защитные функции самого организма не в состоянии справиться с ними. Человеку нужна более высокая физическая активность и подготовленность. Поэтому чем дальше идет человечество в своем развитии, тем в большей степени здоровье человека будет зависеть от уровня его физической культуры. Кардинально решить задачу повышения объема двигательной деятельности, минуя средства физической культуры, в настоящее время практически невозможно.

Для того чтобы оценить значение физической культуры, молодой человек должен осознать важность ее роли в своей жизни. И чем раньше он это поймет, тем большего сможет добиться и в своей личной жизни, и на профессиональном поприще.

2.6. Программно-нормативные основы учебной дисциплины, организация учебной работы

2.6.1. Учебные занятия как обязательная и основная форма физической культуры

Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования второго поколения предусматривает в цикле общегуманитарных и социально-экономических дисциплин выделение 408 учебных часов на дисциплину «Физическая культура» в обязательном базовом курсе на весь период обучения. Учебные занятия являются основной формой физического воспитания в вузе. Они включаются в учебные планы и расписание занятий по всем специальностям.

Свои образовательные и развивающие функции физическая культура наиболее полно осуществляет в целенаправленном педагогическом процессе физического воспитания (рис. 1.1). Включенное в систему образования и воспитания, начиная с дошкольных учреждений, оно характеризует основу физической подготовленности людей — приобретение фонда жизненно важных двигательных умений и навыков, разностороннее развитие физических способностей.

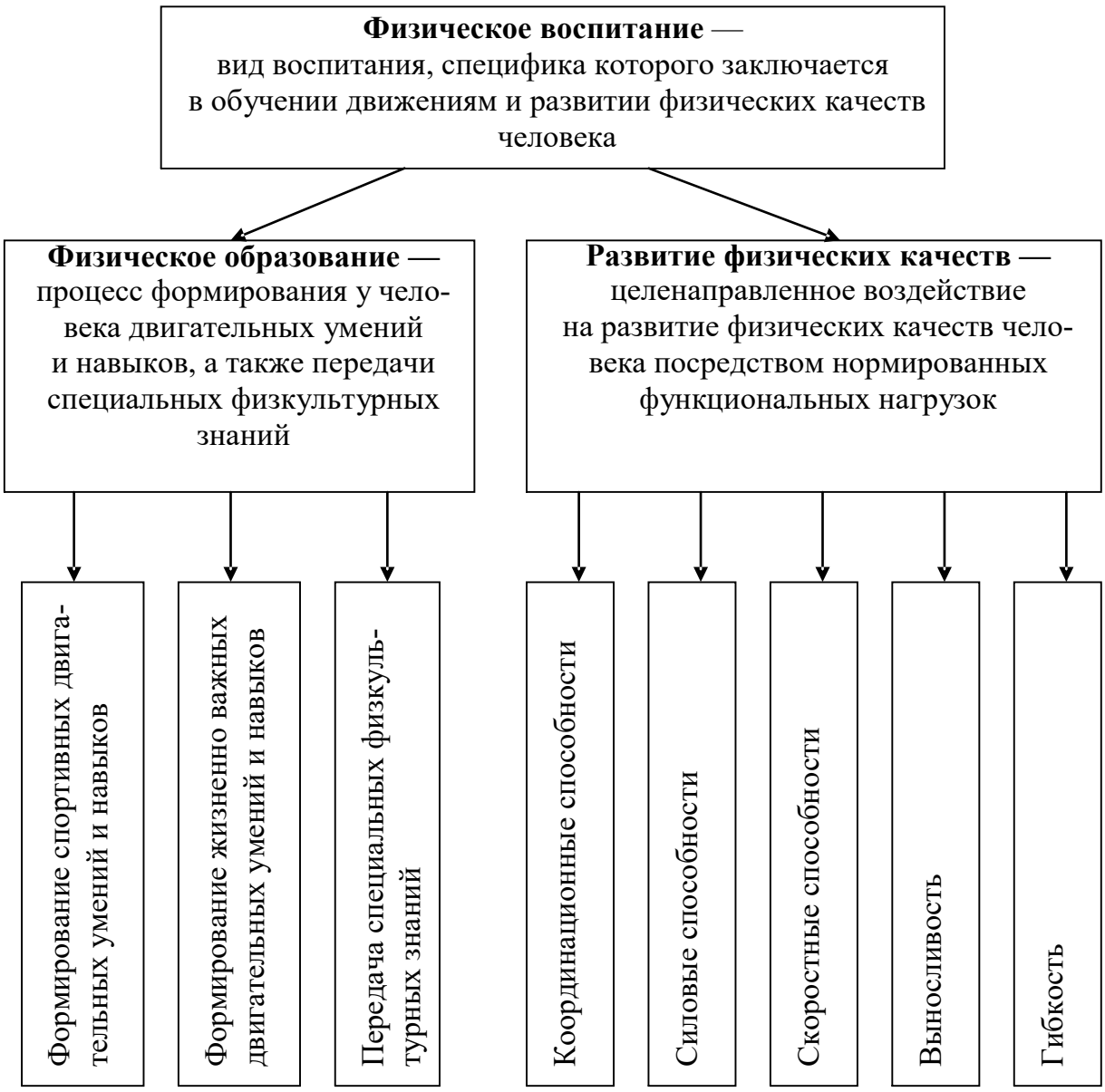


Рис. 1.1. Физическое воспитание как педагогический процесс

Программой по физической культуре предусмотрены следующие разделы: теоретический, практический и контрольный.

Теоретический раздел формирует мировоззренческую систему научно-практических знаний в области физической культуры.

Практический раздел состоит из двух подразделов: *методико-практического*, обеспечивающего овладение методами и способами физкультурно-спортивной деятельности для достижения учебных, профессиональных и жизненных целей личности, и *учебно-тренировочного*, содействующего приобретению опыта творческой практической деятельности, развитию специализации в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства, повышения уровня функциональных и двигательных способностей, направленного формирования качеств и свойств личности.

Контрольный раздел определяет дифференцированный и объективный учет процесса и результатов учебной деятельности студентов. Контрольные занятия, зачеты обеспечивают оперативную, текущую и итоговую информацию о степени освоения теоретических и методических знаний-умений, состоянии и динамики физического развития, физической и профессионально-прикладной подготовленности каждого студента.

2.6.2. Распределение студентов по учебным отделениям для практических занятий

Для проведения занятий по физическому воспитанию все студенты по результатам медицинского обследования распределяются по учебным отделениям: основное, спортивное и специальное (рис. 1.2). Распределение проводится в начале учебного года с учетом пола, состояния здоровья, физического развития, физической и спортивно-технической подготовленности, интересов студента. На основе этих показателей каждый студент попадает в одно из трех отделений для прохождения обязательного курса физического воспитания. Каждое отделение имеет определенное содержание и целевую направленность занятий.

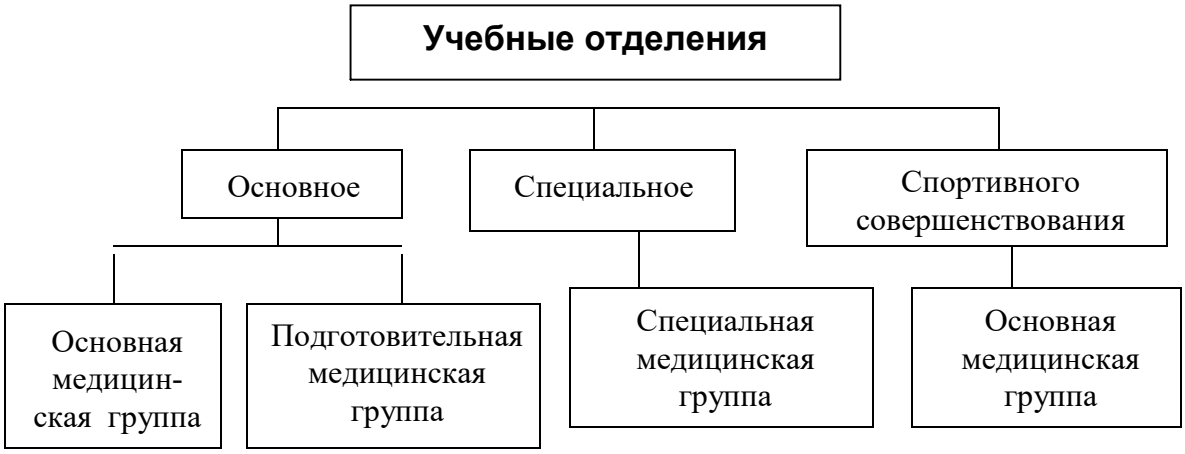


Рис. 1.2. Распределение студентов по учебным отделениям

В *основное учебное отделение* зачисляются студенты, отнесенные по результатам медицинского обследования к основной (не имеющие отклонений в состоянии здоровья) и подготовительной (имеющие незначительные отклонений в состоянии здоровья или слабо физически подготовленные) медицинским группам.

В *специальное учебное отделение* зачисляются студенты, отнесенные по данным медицинского обследования в специальную группу, т. е. имеющие определенные отклонения в состоянии здоровья, и лечебную, куда зачисля-

ются студенты, имеющие тяжелые формы хронических заболеваний и студенты-инвалиды.

В *спортивное отделение* (группы курса спортивного совершенствования по видам спорта) зачисляются студенты основной медицинской группы, показавшие хорошую общую физическую и спортивную подготовленность и желание углубленно заниматься и совершенствовать свое мастерство в одном из видов спорта.

Студентам *основного* учебного отделения предоставлено право выбора специализации по видам спорта на конкурсной основе. Такая форма проведения учебных занятий является наиболее прогрессивной. Студент становится активным участником учебного процесса. Повышается эффективность занятий.

Спортивно ориентированная программа для студентов основного учебного отделения, направленная на углубленное изучение отдельных видов спорта и современных двигательных комплексов (аэробика, атлетизм, футбол, баскетбол, плавание и др.), позволяет получать результаты от вида деятельности в условиях соревнований, контрольных тестов, формировать устойчивую потребность в регулярных занятиях избранным видом физических упражнений. Она оправдана для студентов, которые практически здоровы, но недостаточно подготовлены для занятий в отделении спортивного совершенствования, где ведется подготовка квалифицированных спортсменов. Это совсем не значит, что спортивно ориентированная программа превращает проведение учебных занятий исключительно в спортивную тренировку в избранном виде. Эффект физического воспитания достигается благодаря правильно организованной физической активности, которая включает и общеразвивающие упражнения, и специфические упражнения в избранном виде спорта.

Во многих вузах функционируют спортивные секции по различным видам спорта, в которых занимаются студенты *курса спортивного совершенствования*. Чтобы быть принятым в спортивную секцию недостаточно только личного желания молодых людей. Здесь необходима определенная предварительная подготовленность или одаренность для занятий избранным видом спорта. Ведь, как правило, с этими группами студентов занимаются профессиональные тренеры.

Тренировочные нагрузки для студентов, занимающихся в спортивных секциях, значительно выше и по объему, и по интенсивности. Такие систематические тренировки требуют дополнительных затрат времени. Поэтому общий объем тренировочного времени в неделю у студентов-спортсменов может составлять 10–15 ч в неделю и выше. Студенты курса спортивного совершенствования не освобождаются от теоретических и методико-практических занятий, выполняют обязательные требования и нормативы (тесты), установленные для основного отделения. Отдельные студенты, имеющие высокую спортивную квалификацию, могут быть переведены на индивидуальный график занятий избранным видом спорта со сдачей обязательных зачетных требований и тестов в установленные сроки.

Студенты *специального* отделения в зависимости от характера заболевания делятся на четыре группы: А, Б, В и лечебную.

Группа А комплектуется из студентов с заболеваниями сердечно-сосудистой, дыхательной и центральной нервной системы.

Группа Б формируется из студентов с заболеваниями органов пищеварения, печени, почек, половых органов, эндокринной системы. В эту группу входят и студенты с ослабленным зрением.

Группа В состоит из студентов с нарушением опорно-двигательного аппарата.

Лечебная группа комплектуется из студентов с ярко выраженными, существенными отклонениями в состоянии здоровья, в том числе инвалидов. Занятия с этой группой строятся по программе адаптивной физической культуры, по индивидуальным лечебным комплексам с учетом конкретных заболеваний. Для избирательного лечебно-профилактического воздействия физических упражнений места занятий оснащаются современными спортивными тренажерами. Занятия проводятся при строгом врачебно-педагогическом контроле.

Перевод студентов из одного учебного отделения в другое, осуществляется по их желанию только после успешного окончания семестра или учебного года. Перевод студентов в специальное учебное отделение по медицинскому заключению может проводиться в любое время учебного года.

2.6.3. Форма итогового контроля

Студенты, выполнившие учебную программу, в каждом семестре сдают зачет по физической культуре, который предусматривает выполнение следующих требований:

посещение учебных занятий;

сдача теоретического и методико-практического разделов программы;

сдача обязательных контрольных нормативов (весенний семестр) — бег 100 м, кросс 3 км для юношей и 2 км для девушек, подтягивание для юношей и поднимание-опускание туловища из положения лежа на спине для девушек (табл. 1.1).

Студенты специальной медицинской и лечебной групп сдают специальные контрольные нормативы, разработанные с учетом специфики заболеваний (табл. 1.2). Студенты, освобожденные от практических занятий, сдают теоретический раздел, пишут и защищают рефераты.

Таблица 1.1

Обязательные тесты определения физической подготовленности

Характеристика направленности тестов	Женщины					Мужчины				
	Оценка в очках									
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. Тест на скоростно-силовую подготовленность: бег 100 м, сек.	15,7	16,0	17,0	17,9	18,7	13,2	13,8	14,0	14,3	14,6
2. Тест на силовую подготовленность: – поднимание и опускание туловища (девушки), кол. раз за 1 мин – подтягивание на перекладине (юноши), кол. раз	60	50	40	30	20	15	12	9	7	5
3. Тест на общую выносливость: – бег 2000 м (девушки), мин, сек – бег 3000 м (юноши), мин, сек	10.15	10.50	11.15	11.50	12.15	12.00	12.35	13.10	13.50	14.00

Таблица 1.2

Контрольные упражнения для оценки физической подготовленности студентов специального учебного отделения

Семестр	**Упражнения**	**Требования**
1-6	Подтягивание (юноши) Сгибание и выпрямление рук в упоре (юноши) Отжимание в упоре на коленях (девушки) Прыжки через скакалку Упражнения с гантелями (юноши 3 кг, девушки 2 кг) Пресс: поднимание туловища (сед) из положения лежа на спине, руки за головой, ноги закреплены (девушки) Тест Купера Плавание (100 м без учета времени)	Положительная индивидуальная динамика результатов контрольных упражнений.

Если студент имеет выдающиеся спортивные достижения, он может быть освобожден от практических учебных занятий при официальном ходатайстве тренера и по согласованию со спортивным клубом при условии прохождения медицинского осмотра, сдачи контрольных нормативов и теоретического раздела. Посещение оздоровительных групп не освобождает студента от учебных занятий.

2.7. Организационно-правовые основы физической культуры и спорта

Правовую основу физической культуры и спорта в РФ составляют нормативные акты, законы, указы и постановления, регулирующие ее деятельность. Особое место среди них занимает Конституция РФ (ст. 41), в которой закреплено право российских граждан на занятия физической культурой и спортом.

Основным законодательным документом в сфере физической культуры и спорта является Федеральный закон № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте», от 4 декабря 2007 г. Этот документ направлен на то, чтобы обеспечить всестороннее развитие человека, утвердить здоровый образ жизни, сформировать потребность в физическом и нравственном совершенствовании, создать условия для занятий любыми видами физической культуры и спорта, профилактики заболеваний, вредных привычек и правонарушений.

Законом гарантируются права граждан заниматься физической культурой и спортом, объединяться в физкультурно-спортивные организации. Система физической культуры, указывается в законе, должна быть направлена на то, чтобы организовать физическое воспитание населения с учетом интересов каждого человека.

Физическое воспитание в образовательных учебных заведениях должно проходить на основе государственных образовательных программ и внеучебной физкультурно-оздоровительной и спортивной работы. С обучающимися, имеющими отклонения в развитии, занятия должны проводиться в рамках индивидуальной программы реабилитации.

Администрация учреждений, предприятий обязана создавать работникам условия для реализации их права на занятия физической культурой, включая реабилитационные, профессионально-прикладные занятия в режиме рабочего дня, послетрудовое восстановление, профилактические занятия.

Муниципальные органы должны создавать условия для занятий физической культурой по месту жительства и в местах массового отдыха.

Работники физической культуры и спорта обязаны соблюдать нормы и правила безопасности при проведении занятий, не наносить вред здоровью, не проявлять жестокости и насилия.

К профессиональной педагогической деятельности в области физической культуры и спорта допускаются лица, имеющие документы установленного образца о профессиональном образовании.

Лекция 3

САМОКОНТРОЛЬ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ

3.1. Врачебный контроль, понятие, цель, задачи

Эффективность воздействия физических упражнений на организм человека зависит в первую очередь от правильно организованных учебно-тренировочных занятий. Правильно организованные занятия предусматривают выполнение физических упражнений с учетом пола, возраста, состояния здоровья, уровня физического развития и физической подготовленности.

Неправильная организация занятий, пренебрежение методическими принципами, планирование физической нагрузки без учета состояния здоровья и индивидуальных особенностей занимающихся, отсутствие регулярных медицинских наблюдений не дадут желаемых результатов и могут нанести вред здоровью.

Знания основ врачебного, педагогического и самоконтроля помогут сделать объективные выводы о состоянии здоровья, уровне подготовленности и безопасно подобрать тренировочные нагрузки индивидуального двигательного режима.

Врачебный контроль — это комплексное медицинское обследование, проводимое совместно врачом и преподавателем физического воспитания с целью оценки воздействия на организм физических нагрузок, установления уровня функциональной готовности и на основании этого совершенствование учебно-тренировочного процесса.

Врачебное обследование подразделяется на первичное, вторичное и дополнительное.

Первичное обследование проводится, чтобы решить вопрос о допуске к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом.

Медицинское обследование занимающихся. Все занимающиеся физическими упражнениями и спортом по учебному расписанию, в учебных группах или самостоятельно должны проходить медицинские обследования: первичные — перед началом занятий; повторные — один раз в год для занимающихся по государственным учебным программам и в физкультурно-оздоровительных группах.

Программой медицинского обследования предусматривается:

1. Общий и спортивный анамнез (опрос) для получения следующих сведений: анкетные данные, особенности физического развития, перенесенные заболевания и травмы, жилищно-бытовые условия, режим питания, вредные привычки, образ жизни, занятия теми или иными формами физической культуры, спортом, степень двигательной активности, наличие спортивных разрядов, режим тренировки и т. д.

2. Наружный осмотр.

3. Антропометрические измерения.

4. Обследование нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, органов брюшной полости и др.

5. Проведение функциональных проб с дозированной физической нагрузкой и исследованием изменения частоты сердечных сокращений, дыхания (частота и объем), давления крови в исходном состоянии, на пике физической нагрузки и в восстановительном периоде после выполнения упражнений и др.

На основе этих показателей обследования каждый студент распределяется в одно из учебных отделений (основное, подготовительное, специальное, лечебное, спортивного совершенствования) для прохождения обязательного курса физического воспитания.

Повторное врачебное обследование назначается, чтобы убедиться, насколько соответствуют объем и интенсивность нагрузки состоянию здоровья, а также для того, чтобы корректировать учебно-тренировочный процесс.

Дополнительные врачебные обследования проводятся для того, чтобы решить вопрос о возможности приступить к учебно-тренировочным занятиям после перенесенных заболеваний и травм.

Контроль со стороны врачей за состоянием студентов, занимающихся избранным видом спорта в группах КСС (курса спортивного совершенствования), значительно строже и чаще (не менее 3–4 раз в год). Студенты, имеющие I спортивный разряд или спортивную квалификацию (КМС, МС, МСМК, ЗМС), обязательно состоят на учете во врачебно-физкультурном диспансере, где спортсмены регулярно подвергаются углубленному медицинскому обследованию с целью контроля за внутренней средой организма, состоянием сердечно-сосудистой системы в покое и ее реакцией на нагрузки разной интенсивности и продолжительности.

Основная цель врачебного контроля в процессе физического воспитания студентов вузов — содействовать максимальному использованию средств физической культуры и спорта для укрепления их здоровья, повышения функциональных возможностей и достижения ими высоких спортивных результатов. Главные задачи врачебного контроля — обеспечение правильности и высокой эффективности всех физкультурных и спортивных мероприятий, широкое использование физической культуры и спорта в интересах всестороннего развития, сохранения и укрепления здоровья студентов, активное влияние на планирование объема и интенсивности тренировочных нагрузок для студентов, занимающихся физическими упражнениями и спортом.

Врачебный контроль за физическим воспитанием студентов высших учебных заведений страны осуществляется врачами, работающими во врачебно-физкультурных кабинетах поликлиник вузов, под организационно-методическим руководством врачебно-физкультурных диспансеров.

3.2. Врачебно-педагогические наблюдения во время занятий

Врачебно-педагогические наблюдения — наблюдения врача совместно с преподавателем за занимающимся в процессе занятий физической культурой.

При проведении врачебно-педагогических наблюдений выясняются условия проведения занятий; их содержание и методика; объем и интенсивность тренировочной нагрузки и соответствие ее подготовленности занимающихся; выполнение студентами гигиенических правил содержания одежды и обуви; ведение студентами дневника самоконтроля; выполнение мер профилактики спортивного травматизма.

Врачебно-педагогические наблюдения проводятся: до занятий, во время их проведения и после окончания. С помощью общепринятых методов определяется реакция организма на выполняемые тренировочные нагрузки. Вместе с этим учитываются внешние признаки утомления занимающихся, проводится опрос об их самочувствии.

Наблюдения, проводимые непосредственно на занятиях, позволяют дать врачебно-физиологическую оценку учебному занятию в целом и реакции организма студентов на нагрузку, что необходимо для совершенствования процесса физического воспитания. Эти наблюдения строятся на данных учета динамики наиболее доступных для исследования индивидуальных признаков и показателей у отдельных занимающихся (подсчет пульса и дыхания, измерение давления крови, динамометрия, характеристика внешних признаков утомления и т. д.), а также на исследовании характера эмоциональной окраски всего занятия, объема и последовательности выполнения физической нагрузки, соблюдении необходимых гигиенических правил и мер по предупреждению спортивного травматизма.

При правильно организованном и проведенном учебно-тренировочном занятии наблюдаются признаки благоприятной реакции организма занимающегося на физическую нагрузку. Частота пульса, дыхания и давление крови постепенно повышаются к основной части занятия, затем, в заключительной части, — снижаются. Частота сердечных сокращений и величина максимального кровяного давления во время выполнения упражнений повышаются, при этом минимальное давление не изменяется или несколько снижается. В состоянии хорошей тренированности показатели пульса и давления крови изменяются параллельно друг другу; наблюдается укороченный восстановительный период, т. е. после окончания мышечной деятельности физиологические показатели быстрее возвращаются к исходному уровню, чем у нетренированных. Жизненная емкость легких и некоторые физиологические показатели остаются неизменными или повышаются в течение всего тренировочного занятия.

Постоянные врачебно-педагогические наблюдения позволяют обнаружить недочеты в организации и методике проведения занятий по физической

культуре, совершенствовать планирование учебно-тренировочного процесса, помогают устранить причины, вызывающие чрезмерно большие нагрузки, переутомление, нарушение правил безопасности и санитарно-гигиенических норм.

3.3. Педагогический контроль

Педагогический контроль – процесс получения педагогической информации о влиянии занятий физическими упражнениями на результативность и работоспособность занимающихся, с целью повышения эффективности учебно-тренировочного процесса. Педагогический контроль учебного процесса по предмету «Физическая культура» осуществляют преподаватели кафедры физического воспитания. Для достижения цели здесь важен и необходим мониторинг – система мероприятий по наблюдению, анализу, оценке и прогнозу состояния здоровья, физического развития и физической подготовленности обучающихся.

У студентов, занимающихся физическими упражнениями, часто возникает вопрос о необходимом и достаточном уровне развития основных физических качеств: силы, ловкости, быстроты, выносливости. Какие показатели следует считать удовлетворительными, хорошими, отличными?

Критерием для такой оценки является основанное на педагогическом подходе тестирование двигательной подготовленности и физического состояния, которое включает измерение и оценку результатов деятельности для характеристики уровня развития двигательных качеств, двигательных навыков и технического совершенства. В сущности, любое упражнение, если заданы четкие условия его выполнения, можно рассматривать как тест. Поэтому разнообразие тестов на первый взгляд кажется неограниченным. Однако, так как упражнение-тест должно отвечать требованиям надежности, валидности, достоверности, объективности и максимальной простоты, перечень двигательных упражнений, способных служить критерием объективной оценки двигательных возможностей, значительно сужен. Кроме того, при тестировании исключено использование сложных и дорогостоящих технических средств и необходимо соблюдение техники безопасности – выполнение тестовых упражнений должно исключать травмы.

Периодическое использование одних и тех же тестов дает возможность педагогу сравнивать динамику физической подготовленности в процессе занятий. Безусловно, результаты тестирования двигательных способностей студентов не должны доминировать при аттестации студентов по предмету, а построение программы учебного процесса не должно сводиться к подготовке к их сдаче.

3.4. Самоконтроль

Самоконтроль является еще одной формой контроля человека за собственным физическим состоянием. Он состоит из простых общедоступных приемов наблюдения. Причем именно самоконтроль может помочь человеку, самостоятельно занимающемуся физическими упражнениями, уберечься от нежелательных отклонений в состоянии здоровья и, в случае наблюдения первых отрицательных симптомов, обратиться к специалистам за консультацией и помощью. Поэтому зачастую для самостоятельно занимающихся физическими упражнениями такая форма контроля физического состояния становится основной.

Наиболее удобная форма фиксации результатов самоконтроля – ведение личного дневника контроля физического состояния. Регулярное ведение дневника позволяет определить эффективность занятий разными тренировочными средствами, оптимально планировать величину и интенсивность нагрузок, режим чередования нагрузок и отдыха. Для этого в дневнике должны быть отражены субъективные и объективные показатели состояния человека, а также объемы и качество выполняемой им физической нагрузки. В дневнике необходимо также отмечать факты нарушения режима и влияние таковых на общую работоспособность.

К субъективным характеристикам можно отнести оценку своего самочувствия, сна, аппетита, настроения. После правильно организованных и методически грамотно выполненных оздоровительных физических нагрузок человек не должен чувствовать головную боль, быть слишком вялым, разбитым, а ощущение усталости должно приносить чувство удовлетворения от выполненной работы. При ощущениях психологического и физического дискомфорта в процессе или после окончания занятия следует обратиться за консультацией к специалистам. Это могут быть и профессиональные тренеры в избранном виде спорта, и спортивные врачи, и участковые терапевты. Как правило, систематические умеренные физические нагрузки дают человеку заряд положительной энергии, сопровождающийся чувством эйфории, настроенности на будущие занятия, а дневной и ночной сон характеризуются быстрым засыпанием и бодрым самочувствием после пробуждения.

Некоторые отклонения в самочувствии и физическом состоянии после тренировок вполне объяснимы и не должны пугать человека, а тем более подвигать его к прекращению занятий. Что касается аппетита, то непосредственно после окончания физической нагрузки чувство голода может быть угнетено благодаря выделению в кровь эндорфинов (гормонов гипофиза) в процессе физической нагрузки, повышенная концентрация которых сохраняется еще некоторое время после ее завершения. Это состояние можно эффективно использовать для уменьшения веса за счет снижения объема употребляемой пищи. Следует отметить, что многие спортсмены, несмотря на большие физические нагрузки, ограничивают свой рацион питания. Не только гимнасты,

фигуристы и представители других сложнокоординационных видов спорта придерживаются строгой диеты – спортсмены циклических видов спорта (лыжные гонки, биатлон, легкая атлетика, лыжное и кроссовое ориентирование и др.) часто ограничивают себя в питании с целью сохранения «гоночного» веса. Безудержное утоление жажды послефизических нагрузок тоже не рекомендуется – куда более рационально употребление жидкости небольшими глотками и постепенно (1–2 стакана).

Незначительные болевые ощущения в мышцах, особенно на первых стадиях занятий, после выполнения новых видов физических упражнений или длительных перерывов вполне естественны и практически неизбежны. Обычно они не являются следствием физических травм и после 7–10 дней регулярных занятий проходят, когда мышцы полностью адаптируются к предлагаемым физическим упражнениям. А вот если появляются боли в суставах, необходимо сразу обратить на это внимание, так как они могут явиться следствием травм или перегрузок опорно-двигательного аппарата.

Объективные показатели – доступные в домашних условиях функциональные показатели сердечно-сосудистой системы (ЧСС, артериальное давление, частота дыхания), возможные антропометрические изменения (вес, объемы разных частей тела), результаты самостоятельного проведения контрольных тестов и испытаний физической подготовленности.

3.5. Методика самоконтроля физического развития

Физическое развитие оценивается с помощью антропометрических измерений. Они дают возможность определять уровень и особенности физического развития, степень его соответствия полу и возрасту, имеющиеся отклонения, а также уровень улучшения физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями и различными видами спорта.

Антропометрические измерения следует проводить периодически в одно и то же время суток, по общепринятой методике, с использованием специальных стандартных проверенных инструментов.

При массовых обследованиях и проведении самоконтроля измеряются длина тела (рост) стоя и сидя, вес, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких, сила кисти сильнейшей руки, становая сила.

Рост (длина тела). Наибольшая длина тела наблюдается утром. Вечером, а также после интенсивных занятий физическими упражнениями рост может уменьшиться на 2 см и более. После упражнений с отягощениями и штангой длина тела может уменьшиться на 3 см и более из-за уплотнения межпозвоночных дисков. Длина тела уменьшается за счет уплотнений межпозвоночных дисков, утомления мышц туловища, от уплощения сводов стопы.

Вес тела — объективный показатель для контроля за состоянием здоровья. Он изменяется в процессе занятий физическими упражнениями, особенно на начальных этапах, затем стабилизируется.

При определении веса исследуемый должен стоять неподвижно на середине площадки весов. Контроль за весом тела целесообразно проводить утром, натощак. Показатель веса фиксируется с точностью до 50 г.

Есть разные способы определения нормального веса. Чтобы узнать каким должен быть нормальный вес человека, нужно из величины роста, выраженного в сантиметрах, вычесть определенное число:

от 155 до 165 см вычитается 100;

от 166 до 175 см вычитается 105;

от 176 см и выше вычитается 110.

Следует отметить, что этот показатель применим для определения «идеального» веса мужчин нормальной конституции, правильного телосложения. У худощавых, плоскогрудых юношей вес будет меньше расчетного, у широкоплечих, с развитыми поперечными размерами тела, — больше расчетного. Женщинам надо иметь несколько меньший вес, чем расчетный.

Значительные отклонения от «идеального» веса как в сторону уменьшения, так и увеличения свидетельствуют о недостатках в физическом развитии. И в том и в другом случае можно скорректировать свое развитие за счет регулярных занятий физическими упражнениями. При малом весе в основном нужно заниматься упражнениями с отягощениями для увеличения массы мышц, при большом весе — аэробными упражнениями на выносливость (ходьба, бег, велосипед, плавание) для уменьшения содержания жира в теле.

Для более точной оценки веса тела можно пользоваться росто-весовым показателем. Он определяется путем деления веса в граммах на рост в сантиметрах. Для женщин нормальной величиной является 325–375, для мужчин 340–400 г/см.

Окружность грудной клетки измеряется в трех фазах: во время обычного спокойного дыхания (пауза), максимального вдоха и максимального выдоха. Исследуемый разводит руки в стороны. Сантиметровую ленту накладывают так, чтобы сзади она проходила под нижними углами лопаток, спереди у мужчин по нижнему сегменту сосков, а у женщин — над молочной железой, в месте перехода кожи с грудной клетки на железу. После наложения ленты исследуемый опускает руки. При измерении максимального вдоха не следует напрягать мышцы и поднимать плечи, а при максимальном выдохе — сутулиться.

Разница между величинами окружностей при вдохе и выдохе характеризует экскурсию грудной клетки. Она зависит от морфоструктурного развития грудной клетки, ее подвижности, типа дыхания. Средняя величина экскурсии обычно колеблется в пределах 5–7 см.

Кистевая динамометрия — метод определения сгибательной силы кисти. Динамометр берут в руку циферблатом внутрь. Руку вытягивают в сторо-

ну на уровне плеча и максимально сжимают динамометр. Проводятся по два измерения на каждой руке, фиксируется лучший результат. Средние показатели силы правой кисти (если человек правша) у мужчин — 35–50 кг, у женщин — 15–25 кг; средние показатели силы левой кисти обычно на 5–7 кг меньше.

Оценивая результаты динамометрии, следует учитывать как абсолютную величину силы, так и соотнесенную с весом тела. Относительная величина мышечной силы будет более объективным показателем, потому что рост силы в процессе тренировки в значительной мере связан с увеличением веса тела и мышечной массы.

Показатель мышечной силы можно определить на основе силового индекса. Например, сила правой руки (кисти) равна 52 кг, вес тела — 76 кг. Значит, для определения относительной величины силы кисти надо 52 умножить на I00 и разделить на 76. Получается 68,4 %. Для нетренированных молодых мужчин этот показатель составляет 60–70 % от веса тела, для женщин — 45–50 %.



Рис. 2.1. Становая динамометрия

Оценивая мышечную силу при самоконтроле, следует учитывать, что в течение дня показатели силы изменяются. Так, наименьшая величина их бывает утром, наибольшая — к середине дня. К концу дня, в особенности после утомительной тренировки, мышечная сила падает. Поэтому определять силу нужно в одно и то же время, лучше утром перед началом тренировки. Неполное восстановление мышечной силы на другой день после занятия говорит о чрезмерности нагрузки. Снижение ее может наблюдаться также при недомогании, нарушении режима, ухудшении настроения и т. д.

Становая динамометрия — метод определения силы разгибателей туловища (рис. 2.1). Исследуемый становится на площадку со специальной тягой так, чтобы 2/3 каждой подошвы находились на металлической основе. Ноги вместе, выпрямлены, туловище наклонено вперед. Цепь закрепляется за крюк так, чтобы руки находились на уровне колен. Исследуемый, не сгибая ног и рук, должен медленно разогнуться, вытянув тягу. Становая сила взрослых мужчин в среднем равна 120–130 кг, женщин — 55–65 кг.

3.6. Самоконтроль за функциональным состоянием организма

Общепризнанно, что достоверным показателем функционального состояния организма преимущественно является характер регулирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем на физические нагрузки. При само-

контроле в процессе занятий физическими упражнениями используются наблюдения за ЧСС, уровнем артериального давления, некоторыми показателями дыхания.

Частота сердечных сокращений — количество сокращений сердца за одну минуту. Это наиболее легко измеряемый показатель работы сердечной мышцы, получить который самостоятельно довольно просто. Самыми распространенными для измерения являются четыре точки на теле человека: на поверхности запястья над лучевой артерией, у виска над височной артерией, на шее над сонной артерией и на груди, непосредственно в области сердца. Для определения ЧСС пальцы руки накладывают на указанные точки так, чтобы степень контакта позволяла пальцам чувствовать пульсацию артерии.



Рис. 2.2. Способы измерения ЧСС

Обычно ЧСС получают, используя правило математического соотношения, подсчитав число пульсаций за несколько секунд. Если необходимо знать ЧСС в покое, можно использовать для подсчета любой временной диапазон (от 10 с до 1 мин). Если же измеряется ЧСС в нагрузке, то чем быстрее зафиксировать пульсации за несколько секунд, тем точнее будет этот показатель. Уже через 30 с после прекращения нагрузки ЧСС начинает быстро восстанавливаться и значительно падает. Поэтому в практике спорта применяют немедленный подсчет количества пульсаций после прекращения нагрузки за 6 с, в крайнем случае, за 10 с, и умножают полученное число соответственно на 10 или на 6. Сравнительно недавно в спортивную практику внедрены пульсомеры — приборы, фиксирующие показатель ЧСС автоматически, без остановки спортсмена.

Частота пульса у людей индивидуальна. В состоянии покоя у здоровых нетренированных людей она находится в пределах 60–80 уд/мин, у спортсменов – 45–55 уд/мин и ниже. ЧСС выше в вертикальном положении тела по сравнению с горизонтальным, к тому же подвержена суточным колебаниям (биоритмам). Во время сна этот показатель снижается на 3–7 ударов, после приема пищи возрастает, в связи с увеличением поступления крови к органам брюшной полости. Повышение температуры окружающего воздуха тоже приводит к повышению ЧСС.

Но при нормальном состоянии организма и хорошем восстановлении после физических нагрузок, утром, в состоянии покоя этот показатель должен быть величиной практически постоянной. Резкое учащение или замедление пульса по сравнению с предыдущими измерениями, как правило, является следствием заболевания или переутомления. Причем важна не только частота сокращений сердца за минуту, но и ритм этих сокращений. Пульс можно считать ритмичным при условии, если число пульсаций за каждые 10 с в течение 1 мин не будет отличаться более чем на единицу. Если же различия составят 2–3 пульсации, то работу сердца следует считать аритмичной. При устойчивых отклонениях в ритме ЧСС следует обратиться к врачу.

Физическая нагрузка, даже небольшая, вызывает учащение пульсаций. Максимальные показатели ЧСС в нагрузке тоже индивидуальны и варьируют в пределах 175–215 уд/мин. Уровень тренированности здесь часто играет определяющую роль. Наивысшие показатели ЧСС в нагрузке имеют высококвалифицированные спортсмены в циклических видах спорта. Регулировать уровень интенсивности физической нагрузки можно по показателю ЧСС, исходя из следующих диапазонов: 100–130 уд/мин – умеренная интенсивность; 130–150 уд/мин – средняя интенсивность; 150–170 уд/мин – интенсивность выше средней; 170–200 уд/мин – высокая или предельная интенсивность.

Для контроля важно, как реагирует пульс на нагрузку и как быстро снижается до нормы после ее прекращения. После прекращения практически любой физической нагрузки частота сердечных сокращений должна быть примерно на уровне исходной (с разницей 2–4 уд/мин) не позднее чем через 10 мин. Если этого не происходит, значит, либо данная нагрузка была чрезмерной, либо работоспособность занимающегося не была восстановлена после предыдущих занятий до начала контрольной нагрузки.

Артериальное давление. Для измерения *артериального давления* пользуются тонометром и фонендоскопом. Тонометр включает: надувную резиновую манжету, ртутный или мембранный манометр. Как правило, артериальное давление измеряется на плече исследуемого, находящегося в сидячем или лежачем положении.

Для того чтобы правильно определить артериальное давление необходимо, чтобы манжета располагалась на уровне сердца (для исключения влияний гидростатического давления). Фонендоскоп накладывают ниже, в области локтевого сгиба. О систолическом и диастолическом артериальном давлении судят по характерным звукам. При нагнетании в манжете давления выше предполагаемого систолического плечевая артерия полностью сдавливается и кровоток в ней прекращается. Затем необходимо постепенно открывать клапан ручной груши, чтобы медленно снижать давление в манжете. Когда систолическое давление преодолевает давление в манжете, кровь проталкивается через сдавленную область артерии с короткими четкими тонами, сопровождающими каждый пульсовый удар. Показание манометра в момент первого тона соответствует систолическому давлению исследуемо-

го. Диастолическое артериальное давление равно давлению в манжете, при котором тоны прекращаются.

Артериальное давление контрольной нагрузки человека зависит от его возраста, генетических факторов, влияния окружающей среды. Согласно статистики, полученной немецкими физиологами, у молодых здоровых людей пик кривой распределения величин систолического давления приходится на 120 мм рт. ст., диастолического — на 80 мм рт. ст. У большинства людей систолическое давление колеблется от 100 до 150 мм рт. ст., диастолическое — от 60 до 90 мм рт. ст.

В процессе физической нагрузки максимальное артериальное давление повышается. У спортсменов оно может достигать 200–250 мм рт. ст. и выше, при этом минимальное артериальное давление снижается до 50 мм рт. ст. и ниже. Восстановление показателей давления после прекращения тренировки в течение нескольких минут указывает на хорошую переносимость организмом данной нагрузки.

Функциональные пробы

Диагностика функционального состояния занимающихся физическими упражнениями осуществляется путем использования различных функциональных проб (тестов). При любой функциональной пробе вначале определяют исходные данные, характеризующие ту или иную систему в состоянии покоя, затем данные этих показателей сразу после воздействия тестируемой нагрузки, и, наконец, — в период восстановления.

Состояние сердечно-сосудистой системы и ее приспособляемость к нагрузке можно оценить с помощью *функциональной пробы с 20 приседаниями* (*проба Мартине*). Подсчитывается частота пульса в покое. Затем выполняется 20 глубоких и равномерных приседаний за 30 секунд (ноги на ширине плеч, приседая вытягивать руки вперед, вставая — опускать), подсчитывается частота пульса за первые 10 секунд. После этого определяется процент учащения пульса от исходного уровня. При учащении пульса менее чем на 50 % состояние сердечно-сосудистой системы оценивается как хорошее, на 50–75 % — удовлетворительное, более чем на 75 % — неудовлетворительное.

Очень важную информацию о степени тренированности сердечно-сосудистой системы дает время восстановления пульса до исходного уровня после приседаний. Для определения этого времени подсчет частоты пульса 10-секундными интервалами после приседаний продолжают до тех пор, пока он не вернется к исходному уровню. Время менее 60 секунд дает оценку «отлично», от 60 до 90 секунд — «хорошо», от 90 до 120 секунд — «удовлетворительно» и более 120 секунд — «плохо».

Ортостатическая проба с использованием показателей ЧСС проводится следующим образом. Перед измерением необходимо спокойно полежать не менее 5–6 мин, затем измерить ЧСС в положении лежа и, встав, через 1 мин – в положении стоя. Нормальным является учащение пульсаций на 10–12 уд/мин, удовлетворительным – до 20 уд/мин, а свыше 20 уд/мин –

неудовлетворительным. В последнем случае организм не справляется с предлагаемой нагрузкой, что сопровождается остаточным утомлением.

Для определения состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способности внутренней среды организма насыщаться кислородом используются показатели частоты дыхания, пробы Штанге, Генчи.

Частота дыхания – количество дыханий за 1 мин. Ее можно определить по движению грудной клетки. Средняя частота дыхания у здоровых лиц составляет 16–18 раз/мин, у спортсменов — 8–12 раз/мин. В условиях максимальной нагрузки частота дыхания возрастает до 40–60 раз/мин.

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе). После 5 минут отдыха сидя сделать вдох на 80–90 % от максимального и задержать дыхание. Время отмечается от момента задержки дыхания до ее прекращения. Средним показателем является способность задерживать дыхание на вдохе для нетренированных людей на 40–50 с, для тренированных — на 60–90 с и более. С нарастанием тренированности время задержки дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности — снижается. При заболевании или переутомлении это время снижается на значительную величину — до 30–35 с.

Проба Генчи (задержка дыхания на выдохе) выполняется так же, как и проба Штанге, только задержка дыхания производится после полного выдоха. Здесь средним показателем является способность задерживать дыхание на выдохе для нетренированных людей на 25–30 с, для тренированных — 40–60 с и более.

Таким образом, по объективным показателям сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма можно судить об эффективности выполняемых тренировочных программ и соответствии нагрузок возможностям человека. С ростом тренированности частота сердечных сокращений и дыхания в покое снижается, уменьшается также время восстановления после прекращения физической нагрузки. Низкая субъективная оценка своего самочувствия может также служить сигналом об ухудшении состояния организма, указывать на симптомы переутомления.

3.7. Самоконтроль за физической подготовленностью

Для того, чтобы обеспечить контроль за уровнем физической подготовленности, необходимо, прежде всего, периодически контролировать состояние физических качеств: выносливости, мышечной силы, быстроты движений, гибкости и ловкости.

Выносливость — это способность длительно выполнять упражнения без снижения их интенсивности. Для самоконтроля общей выносливости рекомендуем самый доступный, популярный во всем мире 12-минутный беговой тест, разработанный американским врачом Купером. Во время выполнения теста нужно преодолеть (пробежать или пройти) как можно большее расстояние. При этом не разрешается перенапрягаться, и, если чувствуете одыш-

ку, нужно снизить темп бега или перейти на ходьбу, а когда восстановится дыхание, можно снова бежать. Желательно тест проводить на беговой дорожке стадиона, где легко рассчитать пройденную дистанцию. По нижеследующей таблице определяется степень подготовленности мужчин и женщин моложе 30 лет в зависимости от расстояния в километрах, пройденных за 12 минут (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Степень подготовленности мужчин и женщин моложе 30 лет в зависимости от расстояния в километрах, пройденных за 12 минут

Степень подготовленности	Мужчины	Женщины
Очень плохая	Меньше 1,6	Меньше 1,5
Плохая	1,6 —1,9	1,5 — 1,84
Удовлетворительная	2,0 — 2,4	1,85 — 2,15
Хорошая	2,5 _ 2,7	2,16 — 2,64
Отличная	Больше 2,8	Больше 2,64

Студенты, посещающие учебные занятия по физическому воспитанию, ежегодно весной и осенью сдают контрольные нормативы в беге на 3 км (юноши) и 2 км (девушки). Вместо 12-минутного теста Купера можно фиксировать в дневнике время пробегания этих дистанций. Для занимающихся самостоятельно можно измерять время пробегания своей традиционной дистанции или ее отрезка.

Сила. Некоторое представление о силе можно получить, выполняя следующие упражнения:

подтягивание на перекладине, сгибание рук в упоре лежа для оценки силы мышц рук и плечевого пояса;

поднимание туловища из положения лежа на спине в положение сидя (ступни ног закреплены, руки за головой) для оценки силы мышц брюшного пресса;

приседание на одной ноге, при этом другая нога и руки вытянуты вперед («пистолетик») для оценки силы мышц ног (рис. 2.3).

Критериями оценки скоростно-силовых способностей и силовой выносливости служат: число подтягиваний, отжиманий; время удержания висов; дальность бросков, прыжков и т. д.

Выполните, например, максимально возможное количество отжиманий от пола и запишите в дневник, сколько раз подряд вы смогли проделать это упражнение. Полученная величина будет контрольной. В дальнейшем, например 1 раз в 3 месяца, повторяйте эту процедуру, так со временем получится цепочка показателей, характеризующих способность к выполнению данного силового упражнения. По мере нарастания силы мышц рук и плечевого пояса число повторений растет.

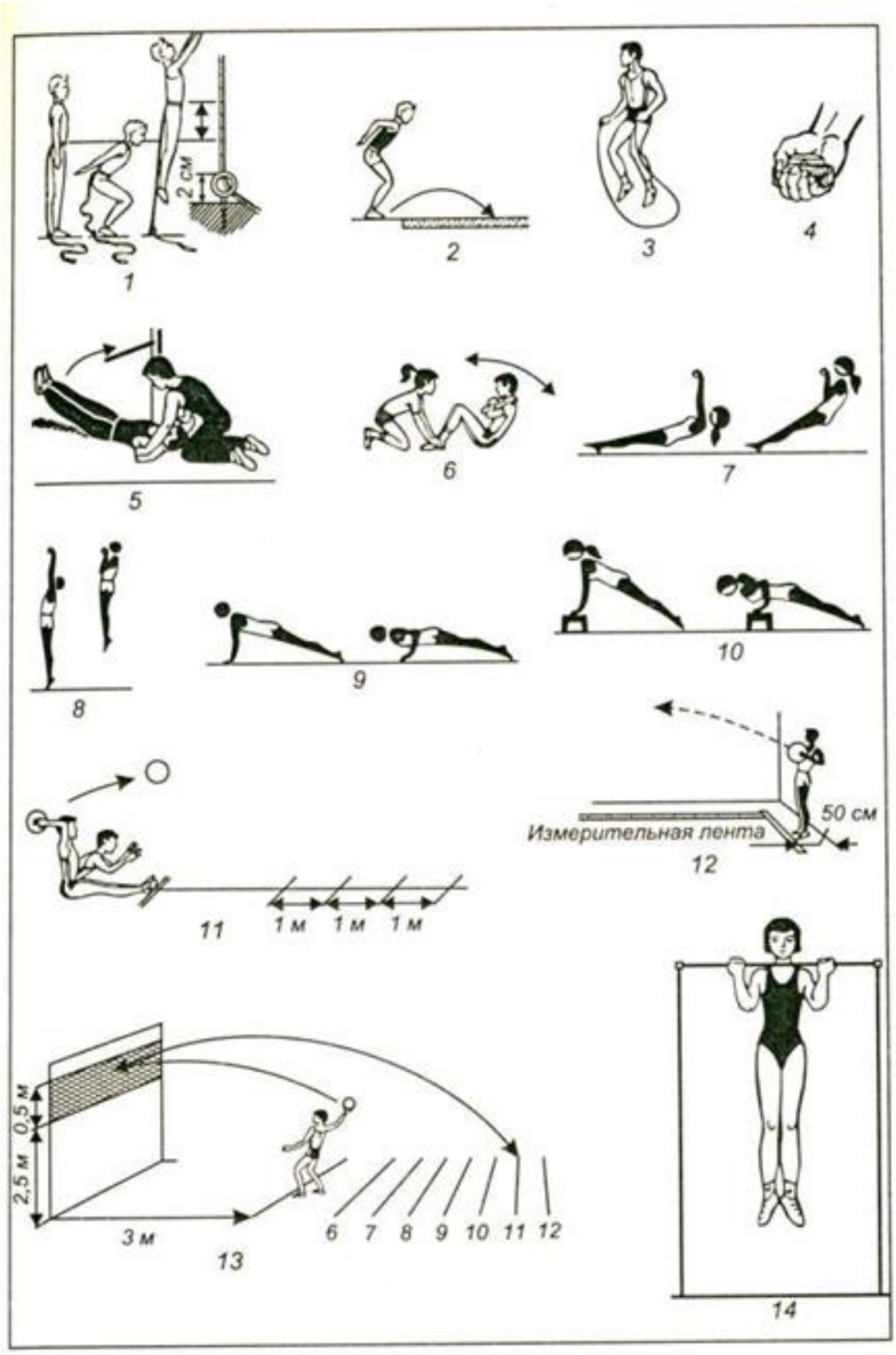


Рис. 2.3. Контрольные упражнения для оценки уровня развития силовых, скоростно-силовых способностей и силовой выносливости

Если вы ограничите время выполнения отжиманий 30 секундами, например, и постараетесь отжаться за этот срок как можно больше раз, то по количеству движений, а также по его динамике можно судить о скоростно-силовой выносливости.

О скоростно-взрывной силе мышц ног дает представление прыжок в длину с места.

Максимальную силу грудных мышц и мышц ног можно определить, выполняя упражнения: жим лежа на спине и приседание со штангой на плечах.

Быстрота. Проявления быстроты довольно изменчивы. Так, лучшие показатели ее отмечаются при хорошем функциональном состоянии организма, высокой работоспособности и при благоприятном эмоциональном фоне. По мере накопления усталости, а также под влиянием отрицательных эмоций, нарушения режима (недосыпание, алкоголь и т. д.) снижаются частота движений и их скорость, замедляется двигательная реакция, увеличивается число ошибочных движений, особенно при выполнении сложных действий.

Для контроля быстроты целостного двигательного действия можно использовать преодоление коротких дистанций с максимальной скоростью (бег 30, 60, 100 м).

Для оценки максимальной частоты движений рук, ног можно использовать простейшие формы теппинг-тестов в домашних условиях.

Для проведения теппинг-теста требуются бумага, карандаш и секундомер. По команде в течение 10 секунд наносите той рукой, которая у вас сильнее, карандашом точки на бумагу с максимальной частотой. Подсчитывая точки, ведите карандашом непрерывную линию, чтобы не сбиться. У студентов с хорошим функциональным состоянием двигательной сферы максимальная частота движений руки составляет 60–70 точек за 10 секунд.

Можно усложнить тест, разделив лист бумаги на четыре части и нанося точки в каждом из квадратов в течение 5 секунд. Смена квадрата происходит по сигналу без паузы. По истечении 20 секунд испытание прекращают. Если частота движений от квадрата к квадрату снижается, это указывает на недостаточную функциональную устойчивость двигательной сферы.

Показатели фиксируются в дневнике самоконтроля как исходные данные и в дальнейшем используются для оценки динамики параметров быстроты.

Гибкость (подвижность в различных суставах) зависит от многих факторов: эластичности мышц и связок, внешней температуры (при повышении температуры гибкость увеличивается), времени суток (утром гибкость существенно снижена). Тестирование должно проводиться после соответствующей разминки. Основными тестами гибкости являются простые контрольные упражнения: наклоны, «мост», шпагат, приседания и т. д. (рис. 2.4).

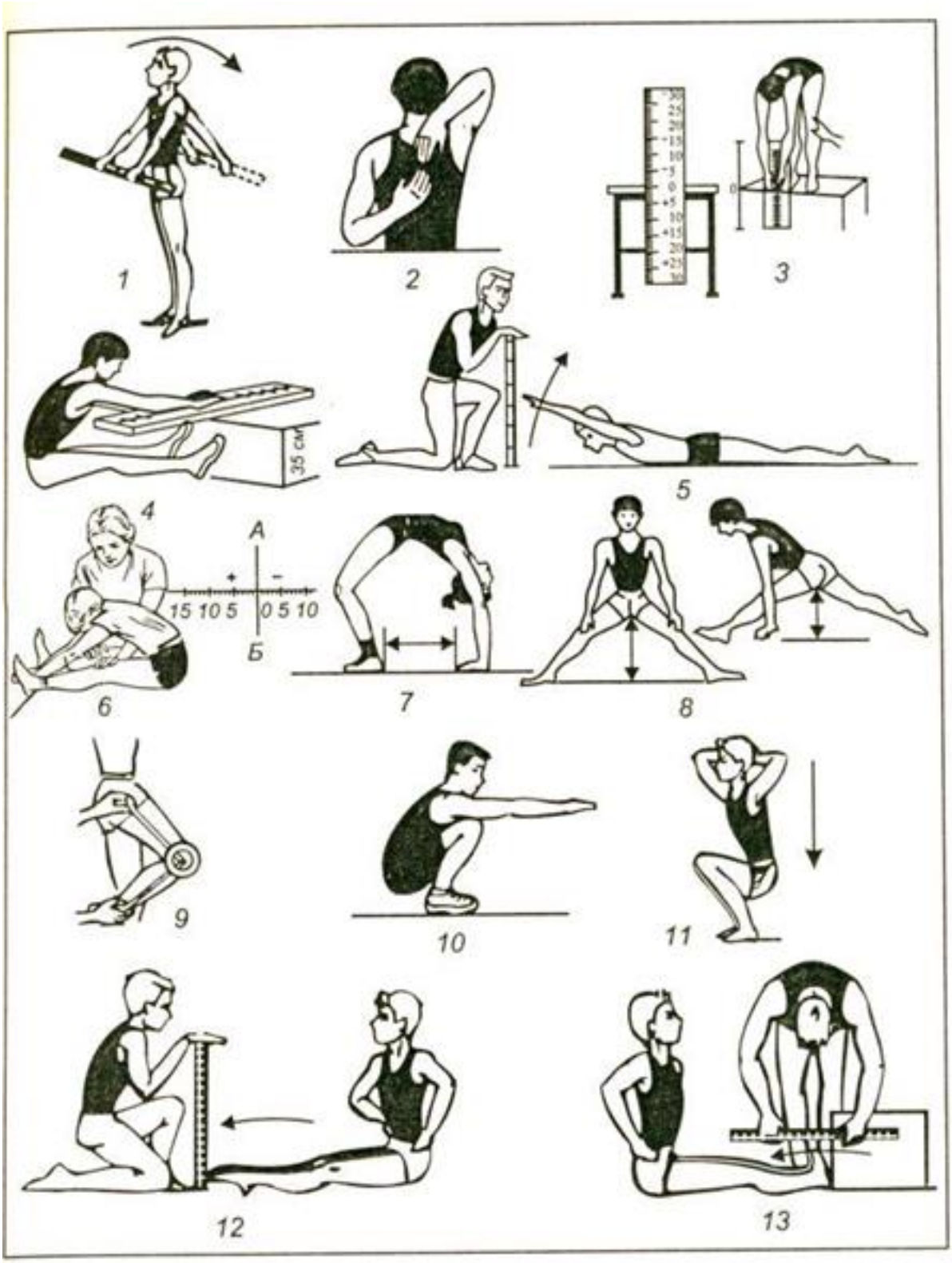


Рис. 2.4. Контрольные упражнения для оценки уровня развития гибкости

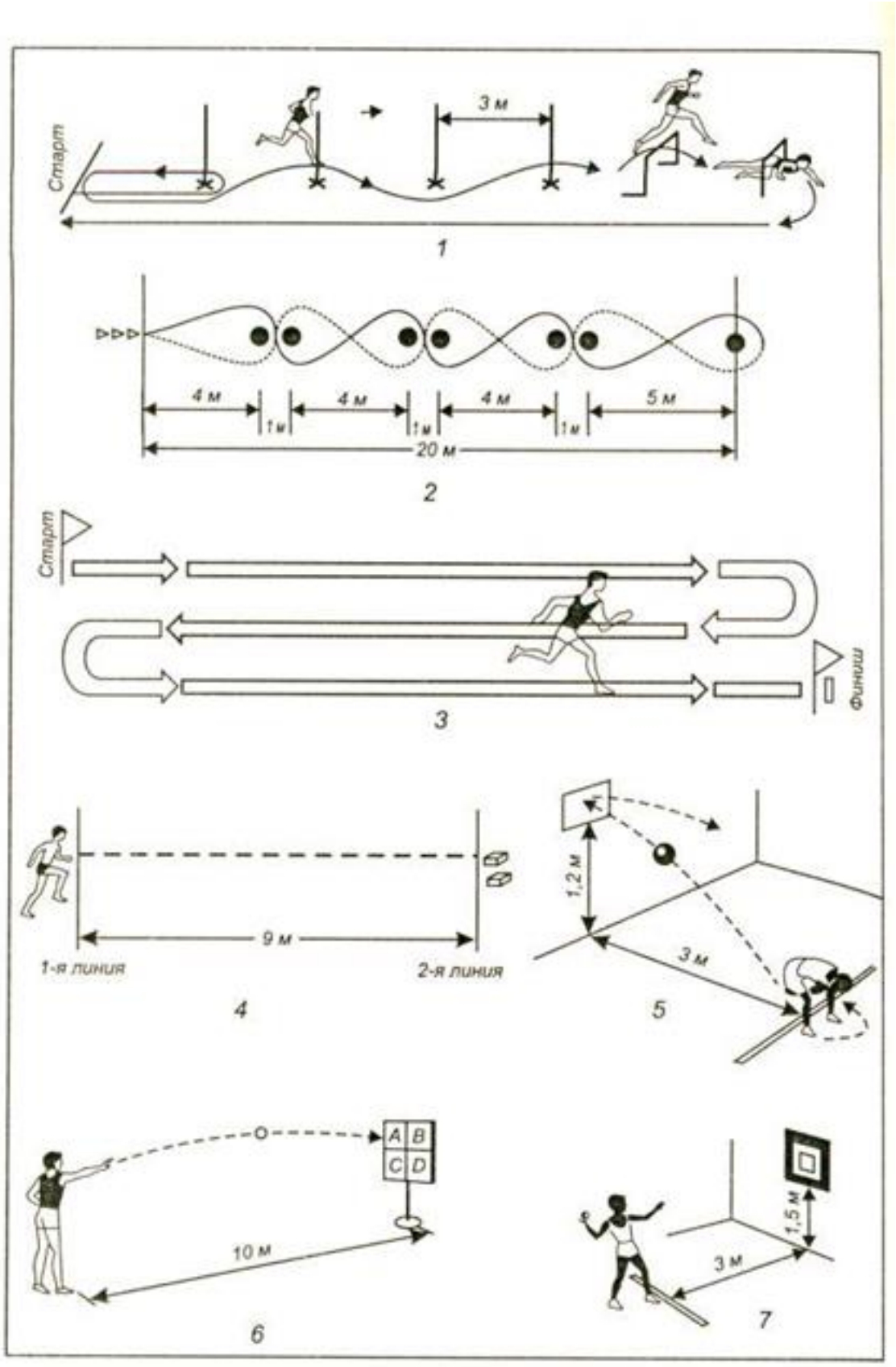


Рис. 2.5. Контрольные упражнения для оценки уровня развития координационных способностей

Одним из важнейших показателей гибкости является подвижность позвоночника. Поэтому рекомендуем определять ее в первую очередь. Для этого нужно встать на табурет и наклониться до предела вперед, не сгибая ног в коленях и опустив руки. Измеряется расстояние от конца среднего пальца кисти до площадки, на которой стоите. Если вы достаете пальцами до площадки (будем считать ее нулевой отметкой), то подвижность позвоночника удовлетворительная. Если при наклоне пальцы будут ниже нулевой отметки, подвижность оценивается как хорошая и ставится знак «плюс» (например, +5 см). Если пальцы не достают до горизонтальной плоскости, то подвижность позвоночника оценивается как недостаточная. В этом случае данные измерения записываются со знаком «минус» (например, –10 см). Аналогично можно оценить подвижность позвоночника при наклонах влево и вправо.

Ловкость (координационные способности). Это качество характеризуется хорошей координацией и высокой точностью движений. Ловкий человек довольно быстро овладевает новыми движениями и способен к их быстрой перестройке. Ловкость зависит от деятельности анализаторов (прежде всего двигательного), а также от пластичности центральной нервной системы. Контрольными упражнениями (тестами) для оценки ловкости могут быть: бег «змейкой», челночный бег 3х10 м, челночный бег 4х9 м с последовательной переноской предмета (мяч, фишка) за линию старта, метание мяча в цель (рис. 2.5).

3.8. Дневник самоконтроля

Результаты самоконтроля рекомендуется фиксировать в *дневнике самоконтроля*, чтобы была возможность их периодически анализировать самостоятельно или совместно с преподавателем, тренером и врачом.

Дневник самоконтроля помогает занимающимся лучше познать самого себя, приучает их следить за собственным здоровьем; позволяет своевременно заметить степень усталости от умственной работы или физической тренировки, опасность переутомления и заболевания; определить, сколько времени требуется для отдыха и восстановления умственных и физических сил; какими средствами и методами при восстановлении достигается наибольшая эффективность. Студентам, занимающимся физическими упражнениями по учебной программе организованно или самостоятельно в оздоровительных целях, можно рекомендовать форму дневника, представленную в таблице 2.2.

Кроме показателей, указанных в примерной форме дневника, необходимо периодически дополнительно отмечать результаты наблюдения за ростом, жизненной емкостью легких и физической подготовленностью не реже одного раза в семестр. За весом, окружностью грудной клетки, развитием силы и состоянием дыхательной системы (пробы Штанге и Генчи) — один раз в месяц. Показатели, которые выражаются в цифрах, полезно представлять в виде графиков.

Таблица 2.2

Примерная форма дневника самоконтроля

Показатели	Дата							
	23.03	24.03	25.03	26.03	27.03	28.03	29.03	30.03
Самочувствие								
Сон								
Аппетит								
Пульс (уд/мин): до тренировки, после тренировки								
АД (мм рт. ст.): до тренировки, после тренировки								
Вес, кг								
Нарушения режима								
Болевые ощущения								
Тренировочные нагрузки								
Спортивные результаты								

Девушкам и женщинам рекомендуется включать в дневник самоконтроля протекание менструального цикла, его начало, продолжительность, периодичность, наличие болевых ощущений и др. Нормальная продолжительность овариально-менструального цикла 21–36 дней. В норме она составляет 27–28 дней, характеризуется устойчивой продолжительностью, отсутствием болевых ощущений и отклонений в самочувствии. Однако в отдельных случаях могут наблюдаться вялость, повышенная утомляемость, отсутствие желания заниматься физическими упражнениями.

Лекция 4
СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

4.1. Организм - как единая саморазвивающаяся и саморегулирующаяся система

Социально-биологические основы физической культуры — это принципы взаимодействия социальных и биологических закономерностей в процессе овладения человеком ценностями физической культуры.

Углубленное и всестороннее изучение какого-либо феномена, в том числе физической культуры, невозможно без привлечения знаний из других смежных дисциплин, позволяющих создать целостное представление об этом предмете.

При организации процесса физического воспитания большую роль играют знания комплекса медико-биологических, социально-психологических, педагогических (анатомия, физиология, биология, гигиена, педагогика, психология, социология) и многих других наук. Без знания строения человеческого тела, закономерностей деятельности отдельных органов и функциональных систем организма, особенностей протекания сложных процессов жизнедеятельности, невозможно должным образом организовать процесс формирования здорового образа жизни, физической и спортивной подготовки.

При изучении органов и функциональных систем организма исходят из принципов целостности и единства организма с внешней окружающей и социальной средой. Целостность организма, находящегося во взаимодействии с окружающей средой, обеспечивается нервной системой и её ведущим органом — корой головного мозга. Кора головного мозга весьма тонко улавливает изменения внешней среды, а также внутреннего состояния организма и своей деятельностью обеспечивает приспособление организма к окружающей среде и его активное воздействие на окружающую среду.

Все его органы связаны между собой и взаимодействуют благодаря нервной, кровеносной, лимфатической и эндокринной систем. Нарушение деятельности одного из органов приводит к нарушению деятельности других органов, т. е. организм представляет собой неразрывное целое, существующее в определенных, постоянно изменяющихся условиях окружающей среды.

Организм — единая саморегулирующаяся и саморазвивающаяся биологическая система, функциональная деятельность которой обусловлена взаимодействием психических, двигательных и вегетативных реакций на воздействие окружающей среды.

Саморегуляция организма заключается в том, что любое отклонение от нормального состава внутренней среды организма автоматически включает нервные и гуморальные (посредством жидкой среды) процессы, возвращающие состав внутренней среды к исходному уровню. Внутренняя среда организма, в которой живут все его клетки, — это кровь, лимфа, межтканевая жидкость,

характеризуется относительным постоянством различных показателей (гомеостаз).

Гомеостаз — совокупность реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление относительного динамического постоянства внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (кровообращения, обмена веществ, терморегуляции и др.). Этот процесс обеспечивается сложной системой координированных приспособительных механизмов, направленных на устранение или ограничение факторов, воздействующих на организм, как из внешней, так и из внутренней среды. Приспособительные механизмы позволяют организму сохранять постоянства состава, физико-химических и биологических свойств внутренней среды, несмотря на изменения во внешнем мире. К постоянным показателям гомеостаза относятся: температура внутренних отделов тела, сохраняемая в пределах 36–37° С; кислотно-основное равновесие крови, характеризуемое величиной pH = 7,4–7,35; осмотическое давление крови — 7,6–7,8 атм.; концентрация гемоглобина в крови — 130–160 $г \cdot л^{-1}$ и др.

Человеческий организм — сложная *саморазвивающаяся* биологическая система, в которой непрерывно идет рост и размножение клеток, обмен веществ и энергии, процессы возбуждения и торможения, ассимиляции и диссимиляции. Огромное количество клеток, каждая из которых выполняет только свои, ей присущие функции в общей структурно-функциональной системе организма, снабжается питательными веществами и необходимым количеством кислорода для осуществления жизненно необходимых процессов энергообразования, выведения продуктов распада, обеспечения различных биохимических реакций жизнедеятельности и т. д., в целом осуществляя процессы роста, самообновления и саморазвития целостного организма.

4.2. Основные анатомо-морфологические понятия

Организм — единая, целостная, сложно устроенная саморегулирующаяся живая система, состоящая из органов и тканей. Органы построены из тканей, ткани состоят из клеток и межклеточного пространства.

Клетка — это живая саморегулируемая и самообновляемая система, являющаяся основой строения, развития и жизнедеятельности всех живых и растительных организмов.

Клетки различны по форме, величине, функциональному значению. Несмотря на многообразие форм, клетки имеют общий план строения. Основными частицами клетки являются цитоплазма и ядро.

В ядре клетки расположены нитевидные образования — хромосомы. В состав хромосом входят молекулы сложного органического вещества — дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). В молекулах ДНК как бы записана особым химическим языком — генетическим кодом — наследственная информация.

Цитоплазма клетки неоднородна: в ней различают множество мельчайших структур — цитолемма, органеллы, цитоплазматические включения.

Цитолемма отделяет клетку от окружающей среды, регулирует обмен веществ в клетке и обеспечивает постоянство ее внутренней среды. К органеллам относятся рибосомы, митохондрии, лизосомы и др. структуры.

Рибосомы вырабатывают белок, причем специфический для каждого вида клеток (в мышечной клетке — мышечные белки: актин, миозин).

Митохондрии содержат макроэнергитические соединения и являются универсальным источником энергии. Лизосомы содержат большое количество ферментов и осуществляют внутриклеточное пищеварение.

Клетка построена из химических соединений неорганических и органических веществ.

Из неорганических соединений в клетках находится вода, углекислота, различные кислоты и соли. Для нормальной жизнедеятельности клетки необходимо, чтобы содержание в ней отдельных неорганических веществ, например минеральных солей, было строго определенным. Так, клетки сердечной мышцы могут выполнять работу только в условиях определенного баланса ионов натрия, калия и кальция.

Роль органических веществ (белки, жиры, углеводы) в жизнедеятельности клетки многообразно. Одни из них являются строительным материалом живого организма, другие обеспечивают клетки энергией, третьи незаменимы в химических процессах, в передаче наследственных свойств организма.

Непременным условием жизни клетки являются непрерывный процесс обмена веществ с окружающей средой. В обмене веществ (метаболизме) выделяют два взаимосвязанных, но разно-направленных процесса — ассимиляция и диссимиляция.

Ассимиляция или анаболизм — совокупность процессов биосинтеза, определяющих образование веществ, нужных для замещения старых и построения новых клеток.

Диссимиляция или катаболизм — процесс расщепления сложных веществ на более простые, обеспечивающие энергетические и пластические потребности организма.

Процесс ассимиляции не всегда находится в равновесии с процессами диссимиляции. Так, в растущем организме процессы ассимиляции преобладают над процессами диссимиляции. Благодаря этому обеспечивается накопление веществ и рост организма. Во время мышечной деятельности напротив, усиливаются процессы диссимиляции. Это, в свою очередь, требует более значительного восполнения израсходованных источников энергии, что удается сделать посредством усиления питания. Если в течении длительного времени процессы диссимиляции преобладают над процессами диссимиляции организм истощается.

Ткань — совокупность клеток и межклеточного вещества, сходных по происхождению, строению и выполняемым функциям. различают ткани эпи-

телиальные, ткани внутренней среды или соединительные, мышечные ткани и нервную ткань.

Эпителиальные ткани выполняют защитные, секреторные функции. Защитная функция эпителиальной ткани заключается в том, что они, образуя наружный слой кожи, ее эпидермис, и выстилая изнутри все органы, предохраняют их от повреждений и проникновения в них микробов и других вредных веществ, а в желудочно-кишечном тракте — от разрушения его стенки пищеварительными соками.

Секреторная функция эпителиальной ткани заключается в том, что они, участвуя в образовании желез, вырабатывают секреты, например пищеварительные соки (железы органов пищеварительной системы), жир (сальные железы), пот (потовые железы).

Соединительные ткани, или ткани внутренней среды, подразделяются на ткани с преобладанием трофических, опорных или защитных функций.

Трофическую, то есть питательную, функцию выполняют жидкие виды соединительной ткани — кровь и лимфа, которые участвую в снабжении организма питательными веществами и кислородом, а так же в удалении продуктов обмена веществ и углекислоты.

Опорную функцию выполняют главным образом плотная соединительная ткань (сухожилия, связки), хрящевая и костные ткани.

Мышечные ткани (гладкие, сердечные, поперечно-полосатые) осуществляют двигательные процессы в организме. Основным функциональным свойством мышечной ткани является ее сократимость, которая зависит от способности находящихся в клетках этой ткани сократимых структур изменять свою длину, становясь то короче и толще (сокращение, укорочение), то длиннее и толще (расслабление, удлинение).

Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейронов) с их отростками и окончаниями этих отростков. Нервные клетки отростки которых идут к органам и несут к ним импульсы побуждающие их к деятельности (от спинного и головного мозга к мышцам и внутренним органам), называется двигательными, выносящими. Нервные клетки, отростки которых проводя импульсы от периферии к центру (от внутренних органов, мышц в спинной и головной мозг), являются чувствительными, приносящими.

Орган — это часть целостного организма (совокупность тканей), сложившаяся в процессе эволюционного развития и имеющая своеобразные положения, формы, размеры, внутреннее строение, специфические функции (сердце, легкие, печень, и т. д.). В строении каждого органа принимает участи не одна какая-нибудь ткань, а различные виды тканей. Например, в образовании кости (как органа) принимает участие мышечная (в стенке кровеносных сосудов, питающих кость) и нервная (в образованиях, иннервирующих кость) ткани.

Органы, выполняющие общие функции и имеющие общие источники происхождения, образуют *анатомическую систему органов* (например, мышечную, пищеварительную, дыхательную, кровеносную).

Функциональное объединение систем и органов, имеющих различные источники происхождения — *анатомический аппарат* (опорно-двигательный, вестибулярный).

4.3. Опорно-двигательный аппарат

Опорно-двигательный аппарат (ОДА) объединяет костную и мышечную систему, большое число парных и непарных костей, мышц, суставов, связок, мышечных сухожилий.

Твердой опорой тела человека является скелет, состоящий из костей и их соединений. При любых положениях тела (стоя, сидя, лежа) все органы опираются на кости скелета. Скелет защищает от повреждений более глубоко расположенные структуры (например, костный мозг, центральную нервную систему, сердце и др.). Движение костей возможны благодаря действию мышц, прикрепляющихся к ним.

Некоторые части скелета — позвоночник с его функциональными изгибами и суставы нижних конечностей совместно со связочно-мышечным аппаратом осуществляют амортизационные функции.

Помимо опорной, защитной и двигательной функций кости скелета имеют большое значение в минеральном обмене и кроветворении. Именно в костях содержатся основные запасы минеральных веществ организма (кальций, фосфор, и др.), здесь они откладываются в случае их избытка, и отсюда они черпаются при необходимости.

Костный мозг, находящийся в костях, участвует в образовании форменных элементов крови (лейкоциты, эритроциты).

В живом организме кость на 50 % состоит из воды, в состав остальной части входят органические (12,4 %) и неорганические (21,85 %) вещества. Органическим веществом кости является оссеин, неорганическими веществами — известковые соли, а так же хлористый натрий. Неорганические вещества придают костям твердость, органические — гибкость и упругость.

Соотношение органических и неорганических веществ у людей неодинаково и может меняться в зависимости от возраста, условий питания, занятий спортом и пр. В детском возрасте относительное содержание органических веществ в костях больше, вследствие чего, они имеют меньшую твердость и большую гибкость; к старости относительное количество оссеина уменьшается, вместе с тем увеличивается хрупкость костей. Занятие физическими упражнениями способствует улучшению таких механических свойств кости, как сопротивляемость на излом, изгиб, сдавливание, растяжение, скру-

чивание. Следует знать, что как недостаточная, так и избыточная физическая нагрузки тормозят рост костей.

Подвижные соприкосновения костей в области их соприкосновения образуют сустав (локтевой, коленный и др.). На одной из костей, образующий сустав, находится суставная впадина, на другой — соответствующая ей по форме головка. Соединяющиеся в суставе поверхности костей покрыты слоем гиалинового хряща, облегчающего движение одной кости, относительно другой. Эластичность хряща в суставах способствует смягчению ударов и сотрясений при ходьбе, прыжках и других движениях.

Сверху сустав покрыт специальной оболочкой — суставной сумкой. Полость сустава герметически закрыта и имеет небольшой объем, зависящий от формы и размеров сустава. Она заполняется синовиальной (суставной) жидкостью, уменьшающей трение между суставными поверхностями при движении.

Важными структурными образованиями суставов являются внутрисуставные диски, мениски, связки. Внутрисуставные диски (хрящевые образования) обеспечивают большую подвижность в суставе. Мениски улучшают подвижность костей, амортизируют толчки и сотрясения, способствуют разнообразию движений.

Укрепляя суставы, связки одновременно играют роль тормоза, ограничивающего подвижность соединяющихся костей. С помощью физических упражнений можно увеличить эластичность связочного аппарата и степень подвижности в суставе. Степень подвижности суставов зависит от пола, возраста, индивидуальных особенностей, степени тренированности, окружающей температуры и даже время дня.

Отсутствие достаточной двигательной активности приводит к разрыхлению суставного хряща и изменению суставных поверхностей сочленяющихся костей, к появлению болевых ощущений, создаются условия для образования воспалительных процессов.

Кости и соединяющие их элементы составляют пассивную часть опорно-двигательного аппарата. *Мышечная система* является его активной частью.

Различают три вида мышц: гладкие мышцы внутренних органов, поперечно-полосатые скелетные мышцы и особая поперечно-полосатая сердечная мышца.

Гладкая мышечная ткань выстилает стенки кровеносных сосудов и некоторых внутренних органов. Она обеспечивает сужение или расширение сосудов, осуществляет продвижение пищи по желудочно-кишечному тракту, сокращает стенки мочевого пузыря.

Поперечно-полосатыми скелетные и сердечная мышцы называются потому, что в поле микроскопа они имеют поперечную исчерченность.

Поперечно-полосатая сердечная мышца обеспечивает ритмическую работу сердца на протяжении всей жизни человека автоматически.

Скелетные мышцы обеспечивают сохранение положений тела в пространстве, участвуют в его движении, защищают расположенные под ними

внутренние органы, и идущие между ними сосуды и нервы от внешних воздействий; при сокращении мышц выделяется тепловая энергия, поэтому они участвуют в поддержании постоянства температуры тела.

Основой мышц являются белки. Они составляют 80–85 % мышечной ткани. Главным свойством мышечной ткани, как уже говорилось, является сократимость, которая обеспечивается за счет сократительных мышечных белков — актина и миозина.

Строение мышечной ткани достаточно сложно. Мышца имеет волокнистую структуру, каждое волокно — это мышца в миниатюре, совокупность этих волокон и образует мышцу в целом. В свою очередь мышечное волокно состоит из сократительных элементов — миофибрилл. Отдельная часть миофибрилл называется — саркомер.

Каждая миофибрилла по длине делится на чередующиеся светлые и темные участки. Темные участки — протофибриллы, состоящие из длинных цепочек (нитей) молекул белка — миозина, светлые — образованны еще более тонкими белковыми нитями актина. Сокращения мышечного волокна происходит за счет вхождения нитей актина между нитями миозина (теория скольжения). Саркомер укорачивается, как складная подзорная труба; объем его остается неизменным, а поперечник увеличивается.

По своей форме и размерам мышцы очень разнообразны. Есть мышцы длинные и тонкие, короткие и толстые, широкие и плоские. Мышцы, расположенные на туловище, имеют более плоскую форму. Мышцы конечностей характеризуются относительно большей длинной.

Различия в форме мышц связаны с выполняемой ими функцией. Длинные тонкие мышцы (например, длинные сгибатели пальцев руки или ноги), как правило, участвуют в движениях с большой амплитудой. В противоположность им короткие толстые мышцы (например, квадратная мышца поясницы) участвуют в движениях с небольшой амплитудой, но могут преодолевать значительное сопротивление.

Многие мышцы (пары мышц) имеют определенное название, например: широчайшая мышца спины, прямая мышца живота, двуглавая мышца плеч, четырехглавая мышца бедра и др. В сфере физической культуры, говоря о скелетной мускулатуре, чаще всего упоминают мышцы в связи с их двигательными функциями. Так, по функциональному назначению и направлению движений в суставах различают мышцы: сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, сфинктеры (сжимающие) и расширители. Если мышцы окружают сустав с двух сторон и участвуют в двух направлениях движения, происходит сгибание и разгибание или приведение и отведение. При этом мышцы, действие которых направленно противоположно, называются антагонистами, если же они действуют в одном направлении — синергистами.

В процессе мышечного сокращения химическая энергия превращается в механическую. Источником энергии для мышечного сокращения служат особые органические вещества, богатые потенциальной энергией и способные,

расщепляясь, отдавать ее: это аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), креатинфосфорная кислота (КрФ), углеводы и жиры.

При этом химические процессы в мышце могут протекать, как при наличии кислорода (в аэробных условиях), так и при его отсутствии (в анаэробных условиях).

Непосредственным источником энергии сокращения мышц является АТФ (табл. 1.1). Однако запасы АТФ в мышцах не велики. Их хватает лишь на одну–две секунды работы. Для продолжения работы мышц требуется постоянное пополнение АТФ. Восстановление ее происходит в анаэробных (безкислородных) условиях — за счет распада креатинфосфата и глюкозы. В аэробных (кислородных) условиях — за счет реакции окисления жиров и углеводов.

Таблица 1.1

Аденозинтрифосфат (АТФ) —
источник энергии для сокращения мышц

Пути (источники) превращения энергии	
при наличии кислорода (в аэробных условиях)	при отсутствии кислорода (в анаэробных условиях)
Характерен высокой экономичностью. Глубокий распад исходных веществ до конечных продуктов — CO_2 и H_2O. Скорости процессов образования и расщепления АТФ равны и находятся в состоянии динамического равновесия	Характерен высокой скоростью образования АТФ. В клетках и крови накапливается молочная кислота. Быстро развивается метаболический ацидоз, ограничивающий работоспособность
Время развертывания аэробного пути образования АТФ — 3–4 мин (у спортсменов менее 1 мин)	Время развертывания анаэробного пути образования АТФ — несколько секунд
Продолжительная равномерная мышечная активность	Кратковременные экстремальные усилия, а также разминочная часть тренировочных занятий
Продолжительность работы – несколько часов	Предельное время выполнения работы — несколько минут

Быстрое восстановление АТФ происходит в тысячные доли секунды за счет распада КрФ. Наибольшей эффективности этот путь энергообразования достигает к 5–6 секунде работы, но затем запасы КрФ исчерпываются, так как их в организме немного.

Медленное восстановление АТФ в анаэробных условиях обеспечивается энергией расщепления глюкозы (выделяемой из гликогена) — реакцией гликолиза с образованием в конечном итоге молочной кислоты (лактата) и восстановлением АТФ. Эта реакция достигает наибольшей мощности к концу первой минуты работы. Особое значение этот путь энергообеспече-

ния имеет при высокой мощности работы, которая продолжается от 20 секунд до 1–2 минут (например, при беге на средние дистанции), а также при резком увеличении мощности более длительной и менее напряженной работы (старты и финишные ускорения при беге на длинные дистанции). Ограничение использования углеводов связано не с уменьшением запасов гликогена (глюкозы) в мышцах и печени, а с угнетением реакции гликолиза избытком накопившейся в мышцах молочной кислоты.

Во время продолжительной равномерной мышечной активности происходит аэробная регенерация АТФ, главным образом за счет окислительных процессов. Необходимая для этого энергия выделяется в результате окисления углеводов или жиров. Время развертывания аэробного пути образования АТФ составляет 3–4 минуты (у спортсменов менее 1 минуты), а продолжительность работы может исчисляться даже часами. Этот путь отличается также высокой экономичностью: в ходе такого процесса идет глубокий распад исходных веществ до конечных продуктов — CO_2 и H_2O. Скорости процессов образования и расщепления АТФ при этом равны и находятся в состоянии динамического равновесия. Максимальная мощность работы, развиваемая при аэробном ресинтезе АТФ, индивидуальна и зависит от уровня тренированности человека.

4.4. Кровь. Кровеносная система

Кровь — жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе человека и представляющая собой непрозрачную красную жидкость, состоящую из бледно-желтой плазмы и взвешенных в ней клеток — красных кровяных телец (эритроцитов), белых кровяных телец (лейкоцитов) и красных пластинок (тромбоцитов). На долю взвешенных клеток (форменных элементов) приходится 42–46 % общего объема крови.

Основная функция крови — транспорт различных веществ внутри организма. Она переносит дыхательные газы (кислород и углекислый газ) как в физически растворенном, так и в химически связанном виде. Этой способностью кровь обладает благодаря гемоглобину — белку, содержащемуся в эритроцитах. Кроме того, кровь доставляет питательные вещества от органов, где они всасываются или хранятся, к месту их потребления; образующиеся здесь метаболиты (продукты обмена) транспортируются к выделительным органам или к тем структурам, где может происходить их дальнейшее использование. Целенаправленно, к органам-мишеням, кровью переносятся также гормоны, витамины и ферменты. Благодаря высокой теплоемкости своей главной составной части — воды (в 1 л плазмы содержится 900–910 г воды), кровь обеспечивает распределение тепла, образующегося в процессе метаболизма, и его выделение во внешнюю среду через легкие, дыхательные пути и поверхность кожи.

Доля крови у взрослого человека составляет примерно 6–8 % общей массы тела, что соответствует 4–6 л. Объем крови у человека может претерпевать значительные и длительные отклонения в зависимости от степени тренированности, климатических и гормональных факторов. Так, у некоторых спортсменов объем крови в результате тренировок может превышать 7 л. А после длительного периода постельного режима он может становиться ниже нормы. Кратковременные изменения объема крови наблюдаются при переходе из горизонтального в вертикальное положение тела и при мышечной нагрузке.

Кровь может выполнять свои функции, только находясь в постоянном движении. Это движение производится по системе сосудов (эластичных трубочек) и обеспечивается сердцем. Благодаря сосудистой системе организма, крови доступны все уголки тела человека, каждая клетка. Сердце и кровеносные сосуды (артерии, капилляры, вены) образуют *сердечно-сосудистую* систему (рис. 1.1).

Движение крови по сосудам легких от правого сердца к левому называется легочным кровообращением (малый круг). Начинается он с правого желудочка, выбрасывающего кровь в легочный ствол. Затем кровь поступает в сосудистую систему легких, имеющую в общих чертах то же строение, что и большой круг кровообращения. Далее по четырем крупным легочным венам она поступает к левому предсердию (рис. 1.2).

Следует отметить, что артерии и вены различаются не по составу движущейся в них крови, а по направлению движения. Так, по венам кровь поступает к сердцу, а по артериям оттекает от него. В системном кровообращении оксигенерированная (обогащенная кислородом) кровь течет по артериям, а в легочном — по венам. Поэтому, когда кровь, насыщенную кислородом, называют артериальной, имеют в виду лишь системное кровообращение.

Сердце является полым мышечным органом, разделенным на две части — так называемое «левое» и «правое» сердце, каждое из которых включает предсердие и желудочек. Частично лишенная кислорода кровь от органов и тканей организма поступает к правому сердцу, выталкивающему ее к легким. В легких кровь насыщается кислородом, частично лишаясь углекислого газа, затем возвращается к левому сердцу и вновь поступает к органам.

Нагнетательная функция сердца основана на чередовании сокращения (систолы) и расслабления (диастолы) желудочков, что возможно благодаря физиологическим особенностям миокарда (мышечной ткани сердца, составляющей основную часть его массы) — автоматии, возбудимости, проводимости, сократимости и рефрактерности. Во время *диастолы* желудочки заполняются кровью, а во время *систолы* они выбрасывают ее в крупные артерии (аорту и легочный ствол). У выхода из желудочков расположены клапаны, препятствующие обратному поступлению крови из артерий в сердце. Перед тем как заполнить желудочки, кровь притекает по крупным венам (полым и легочным) в предсердия.

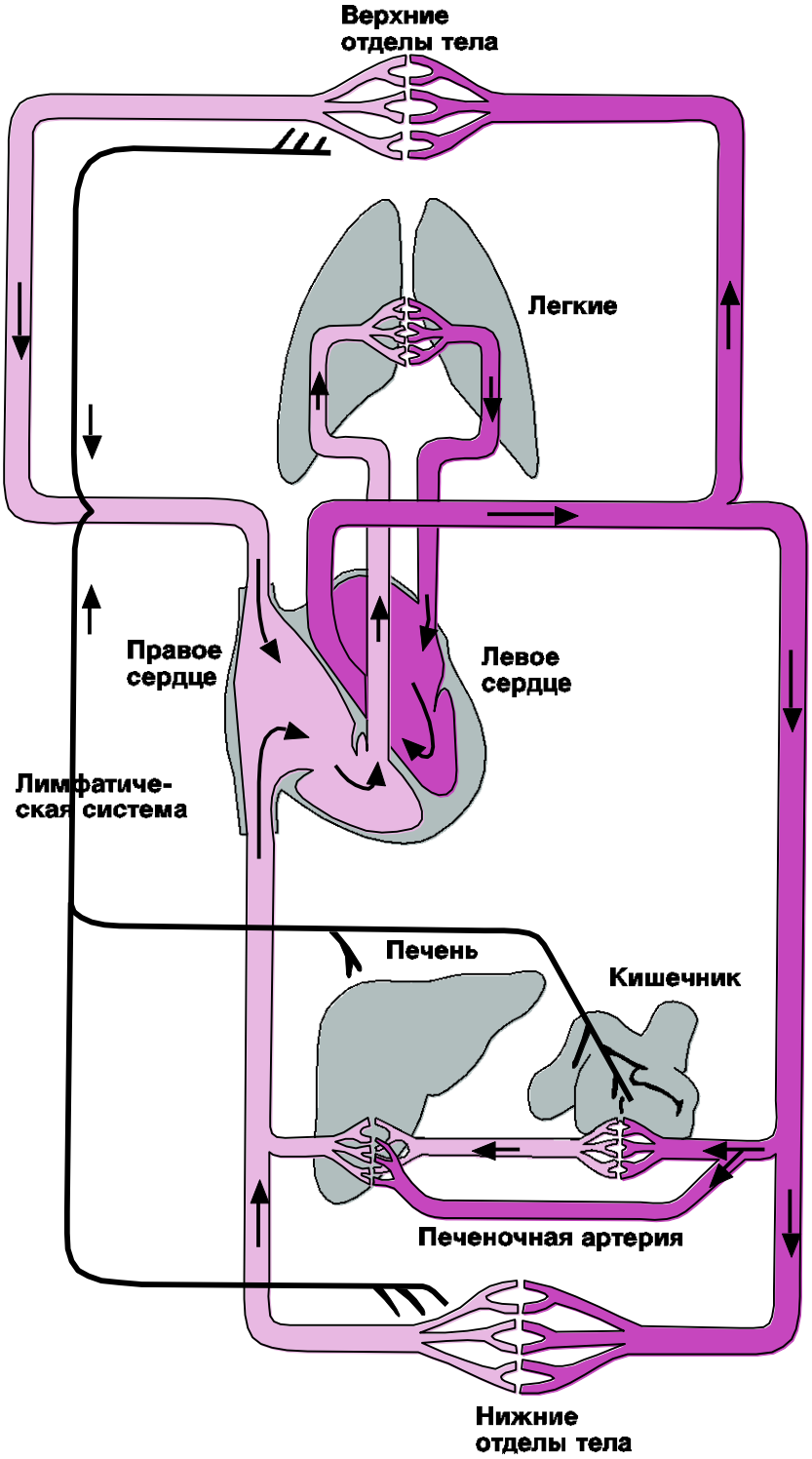


Рис. 1.1. Сердечно-сосудистая система человека

Систола предсердий предшествует систоле желудочков; таким образом, предсердия служат как бы вспомогательными насосами, способствующими заполнению желудочков.

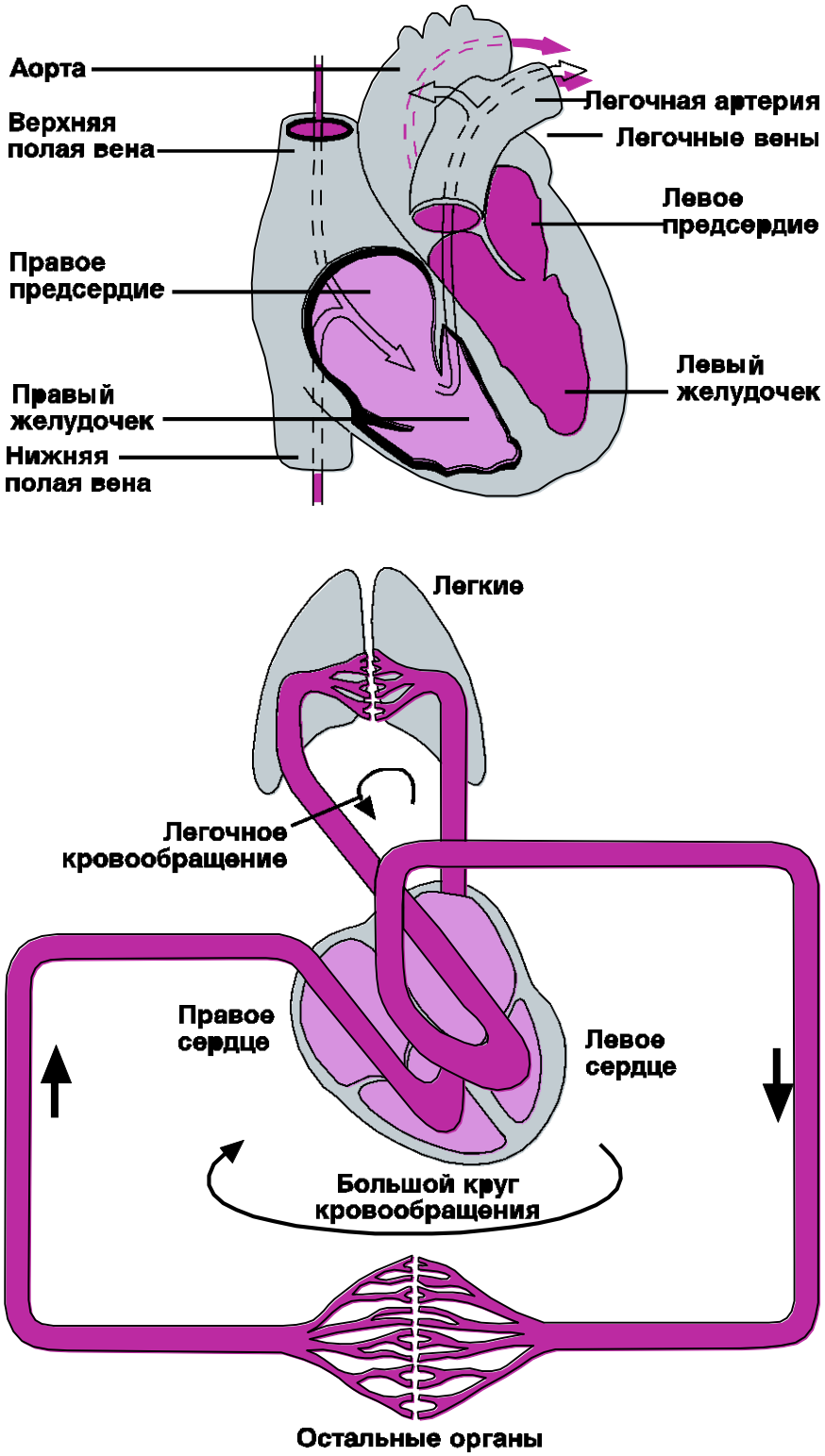


Рис. 1.2. Строение сердца, малый (легочный) и большой круги кровообращения

Кровоснабжение всех органов (кроме легких) и отток крови от них носит название системного кровообращения (большой круг). Начинается он с левого желудочка, выбрасывающего во время систолы кровь в аорту. От аорты отходят многочисленные артерии, по которым кровоток распределяется на несколько параллельных региональных сосудистых сетей, снабжающих

кровью отдельные органы и ткани — сердце, головной мозг, печень, почки, мышцы, кожу и т. д. Артерии делятся, и по мере роста их числа уменьшается диаметр каждой из них. В результате разветвления мельчайших артерий (артериол) образуется капиллярная сеть — густое переплетение мелких сосудов с очень тонкими стенками. Именно здесь происходит основной двусторонний обмен различными веществами между кровью и клетками. При слиянии капилляров образуются венулы, которые далее объединяются в вены. В конечном счете, к правому предсердию подходят только две вены — верхняя полая и нижняя полая.

Разумеется, фактически оба круга кровообращения составляют единое кровеносное русло, в двух участках которого (правом и левом сердце) крови сообщается кинетическая энергия. Хотя между ними существует принципиальное функциональное различие. Объем крови, выбрасываемый в большой круг, должен быть распределен по всем органам и тканям, потребность которых в кровоснабжении различна и зависит от их состояния и деятельности. Любые изменения мгновенно регистрируются центральной нервной системой (ЦНС), и кровоснабжение органов регулируется целым рядом управляющих механизмов. Что касается сосудов легких, через которые проходит постоянное количество крови, то они предъявляют к правому сердцу относительно постоянные требования и выполняют в основном функции газообмена и теплоотдачи. Поэтому система регуляции легочного кровотока менее сложна.

У взрослого человека примерно 84 % всей крови содержится в большом круге кровообращения, 9 % — в малом круге и оставшиеся 7 % — непосредственно в сердце. Наибольший объем крови содержится в венах (примерно 64 % общего объема крови в организме), т. е. вены играют роль резервуаров крови. В состоянии покоя кровь циркулирует лишь примерно в 25–35 % всех капилляров. Основным кроветворным органом является костный мозг.

Требования, предъявляемые организмом к системе кровообращения, существенно варьируют, поэтому ее деятельность изменяется в широких пределах. Так, в покое у взрослого человека в сосудистую систему при каждом сокращении сердца выбрасывается 60–70 мл крови (систолический объем), что соответствует 4–5 л минутного объема сердца (количество крови, выбрасываемое желудочком за 1 мин). А при тяжелой физической нагрузке минутный объем возрастает до 35 л и выше, при этом систолический объем крови может превышать 170 мл, а систолическое артериальное давление достигает 200–250 мм рт. ст.

Кроме кровеносных сосудов в организме есть еще один тип сосудов — лимфатические.

Лимфа — бесцветная жидкость, образующаяся из плазмы крови путем ее фильтрации в межтканевые пространства и оттуда в лимфатическую систему. Лимфа содержит воду, белки, жиры и продукты обмена. Таким образом, лимфатическая система образует дополнительную дренажную систему, по которой тканевая жидкость оттекает в кровеносное русло. Все ткани, за

исключением поверхностных слоев кожи, ЦНС и костной ткани, пронизаны множеством лимфатических капилляров. Эти капилляры в отличие от кровеносных с одного конца замкнуты. Лимфатические капилляры собираются в более крупные лимфатические сосуды, которые в нескольких местах впадают в венозное русло. Поэтому лимфатическая система является частью сердечно-сосудистой.

4.5. Дыхательная система

К дыхательной системе относятся легкие и дыхательные пути, по которым воздух проходит в легкие и обратно. Дыхательные пути представлены носовой полостью, глоткой, гортанью, трахеей и бронхами. Воздух поступает сначала в носовую (ротовую) полость, затем в носоглотку, гортань и дальше в трахею. Трахея делится на два главных бронха — правый и левый, которые, в свою очередь, разделяются на долевые и входят в ткань легкого. В легких каждый из бронхов делится на все более и более мелкие доли, образуя бронхиальное дерево. Конечные мельчайшие разветвления бронхов (бронхиолы) переходят в закрытые альвеолярные ходы, в стенках которых имеется большое количество шаровидных образований — легочных пузырьков (альвеол). Каждая альвеола окружена густой сетью кровеносных капилляров. Строение легочных альвеол довольно сложно и соответствует выполняемой ими функции — газообмена (рис. 1.3).

Механизм дыхания имеет рефлекторный (автоматический) характер. В покое обмен воздуха в легких происходит в результате ритмических дыхательных движений грудной клетки. При вдохе объем легких увеличивается (грудная клетка расширяется), давление в легких становится ниже атмосферного, и воздух поступает в дыхательные пути. В покое расширение грудной клетки осуществляется диафрагмой (специальной дыхательной мышцей) и наружными межреберными мышцами, а при интенсивной физической работе включаются и другие скелетные мышцы. Во время выдоха объем грудной полости уменьшается, воздух в легких сжимается, давление в них становится выше атмосферного, и воздух из легких выталкивается наружу. Выдох в спокойном состоянии осуществляется пассивно за счет тяжести грудной клетки и расслабления диафрагмы. Форсированный выдох происходит вследствие сокращений внутренних межреберных мышц, и, частично, — за счет мышц плечевого пояса и брюшного пресса.

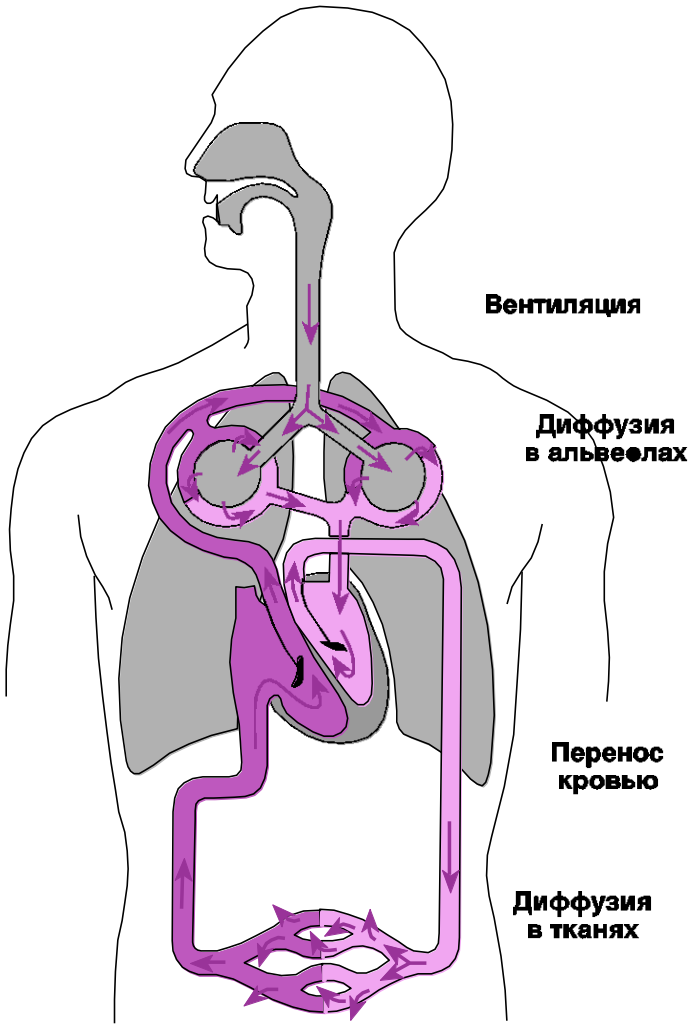


Рис. 1.3. Путь транспорта кислорода у человека

Количество воздуха, проходящего через легкие при спокойном вдохе (выдохе) составляет дыхательный объем (400–500 мл). Объем воздуха, который можно вдохнуть еще (выдохнуть) после обычного вдоха (выдоха), называется резервным объемом вдоха (выдоха). Дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха и выдоха составляют жизненную емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размера тела и тренированности. ЖЕЛ составляет в среднем у женщин 2,5–4,0 л, у мужчин — 3,5–5,0 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 литров.

То количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает за одну минуту, называется минутным объемом дыхания (МОД). В покое МОД составляет 6–8 л, при напряженной физической нагрузке может возрастать в 20–25 раз и достигать 120–150 литров в одну минуту. МОД — один из основных показателей аппарата внешнего дыхания.

В процессе газообмена между организмом и атмосферным воздухом большое значение имеет вентиляция легких, обеспечивающая обновление

альвеолярного газа. Интенсивность вентиляции зависит от глубины и частоты дыхания. Количественным показателем вентиляции легких служит минутный объем, определяемый как произведение дыхательного объема на число дыханий (ЧД) в минуту. Например, при ЧД 14 раз/мин МОД будет составлять 7 литров: 500 мл (ДО) х 14 раз/мин (ЧД) = 7000 мл (МОД).

С физиологической точки зрения основным показателем эффективности внешнего дыхания является не МОД, а часть его, достигающая альвеол — альвеолярная вентиляция. Дело в том, что не весь вдыхаемый воздух достигает альвеол, где происходит газообмен. Часть вдыхаемого воздуха (150 мл) остается в «мертвом» пространстве (полость рта, носа, глотка, гортань, трахея и бронхи). Таким образом, при МОД 7 литров, альвеолярная вентиляция (эффективный обмен) составляет около 5 литров (7000 – 150х14 раз/мин = 4900 мл).

Физические упражнения вызывают усиление легочной вентиляции, причем при максимальных нагрузках у тренированных спортсменов она может возрастать в 20–25 раз по сравнению с состоянием покоя, достигает 120 л/мин и более. Такое усиление вентиляции обеспечивается за счет частоты дыхания до 60–70 раз/мин и объема дыхания, который может достигать 50 % жизненной емкости легких, хотя в покое он составляет лишь 15 % этого показателя.

4.6. Нервная система

Человеческий организм представляет собой единое целое, в котором все отдельные системы и органы развиваются и функционируют во взаимной зависимости и обусловленности. Однако во всяком взаимодействии необходимо выделить ведущее звено. Этим звеном в организме человека, как и в организмах других живых существ, является нервная система, которая, с одной стороны осуществляет связь организма с внешней средой, с другой, находясь в анатомической и функциональной связи со всеми системами, со всеми органами, со всеми тканями и клетками организма, обеспечивает его существования как единое целое.

Основными структурными элементами нервной системой являются нервные клетки или нейроны. Через нейроны осуществляется передача информации от одного участка нервной системы к другому, обмен информацией между нервной системой и различными участками тела. В нейронах происходят сложные процессы обработки информации. С их помощью формируются ответные реакции организма (рефлексы) на внешнее и внутреннее раздражение. Основными функциями нейронов являются: восприятие внешних раздражений, их переработка и передача нервных влияний на другие нейроны или рабочие органы. Нейроны подразделяются на три основных типа: афферентные, эфферентные и промежуточные. Афферентные нейроны (чувствительные, или центростремительные) передают информацию от рецепторов в центральную нервную систему (ЦНС). Эфферентные нейроны (центробеж-

ные) связаны с передачей информации из ЦНС к рабочим органам. Промежуточные нейроны — это, как правила, более мелкие клетки, осуществляющие связь между различными нейронами.

Деятельность нервной системы осуществляется по принципу рефлекторного механизма. Рефлекс, напомним, — это ответная реакция организма на внешнее раздражение, осуществляемая нервной системой. Нервный путь рефлекса называется рефлекторной дугой, в состав которой входят: 1) воспринимающее образование — рецептор; 2) чувствительный или афферентный нейрон, связывающий рецептор с нервными центрами; 3) промежуточные нейроны нервных центров; 4) эфферентный нейрон; связывающий нервные центры с периферией; 5) рабочий орган, отвечающий на раздражение — мышца или железа. Вместе с тем, нервная система не только регулирует ответы организма на внешние и внутренние раздражения, но также в значительной мере определяет взаимоотношения между органами, обеспечивая согласованность в выполнении в их функции. Велика роль нервной системы в обеспечении всех движений человека. Она регулирует силу и скорость мышечного сокращения, степень напряжения или расслабления мышц, а так же процессов питания и обмена веществ в ней.

Посредством органов чувств, через чувствительную иннервацию кожи и опорно-двигательного аппарата, нервная система позволяет спортсмену ориентироваться в окружающей его внешней среде и в пространстве, чувствовать своё положение, координировать его.

Нервную систему принято подразделять на центральную и периферическую, а, кроме того, на соматическую и вегетативную (автономную).

К центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг, а к периферической — нервные образования, служащие для связи ЦНС с отдельными органами и тканями тела (нервы, узлы, сплетения), и нервные окончания, которые находятся в органах.

Соматической нервной системой считается та её часть, которая иннервирует сому, т. е. собственно тело (двигательный аппарат, внешние покровы тела, органы чувств и др.)

Вегетативная (автономная) нервная система — это та часть нервной системы, которая иннервирует внутренние органы, железы, кровеносные сосуды и пр.

Спинной мозг является низшим и наиболее древним отделом ЦНС. Он построен из нервных клеток и волокон, причем клетки, составляющие его серое вещество, располагаются внутри, а волокна, образующие белое вещество, — снаружи. Серое вещество мозга состоит из скопления тел нервных клеток (нейронов), периферические отростки которых в составе спинномозговых нервов достигают различных рецепторов кожи, мышц, сухожилий, слизистых оболочек. Белое вещество, окружающее серое, состоит из отростков связывающих между собой нервные клетки спинного мозга; восходящих чувствительных, связывающих все органы и ткани (кроме головы) с головным моз-

гом, нисходящих двигательных путей, идущих от головного мозга к двигательным клеткам спинного мозга. В различных отделах спинного мозга находятся мотонейроны (двигательные нервные клетки) иннервирующие все скелетные мышцы (за исключением мышц лица). Спинной мозг осуществляет элементарные двигательные рефлексы — сгибательные и разгибательные, шагательные, ритмические, возникающие при раздражении кожи, мышц, сухожилий (одергивание и т.п.), а также посылают постоянную импульсацию к мышцам, поддерживая мышечный тонус. Всевозможные травмы и заболевания спинного мозга могут приводить к расстройству болевой, температурной чувствительности, нарушению структуры сложных произвольных движений, мышечного тонуса и т.д.

Головной мозг располагается в полости черепа и имеет сфероидную форму. По своей массе он превосходит спинной мозг в 50 раз. Масса головного мозга человека равняется 1375 г. (колеблется от 1000 г. до 2200 г.). Зависимость между массой и степенью одаренности данного человека не установлена. Головной мозг разделяется на пять отделов: продолговатый, задний, средний, промежуточный, конечный. Каждый отдел имеет сложную анатомическую структуру.

Строение головного мозга достаточно сложно, поэтому ограничимся краткой характеристикой функций его отделов. Так, в продолговатом мозге и варолиевом мосту (в целом — задний мозг) находятся центры многих пищеварительных рефлексов (жевания, глотания, движений желудка), некоторых защитных рефлексов (чихания, мигания, кашля, слезоотделения), центры водно-солевого и сахарного обмена.

Средний мозг осуществляет зрачковый рефлекс (расширение зрачков в темноте и сужение их на свету), ориентировочный рефлекс (например, внезапное раздражение — поворот головы и глаз в его сторону), участвует в регуляции тонуса скелетных мышц (особенно при выполнении мелких движений пальцами рук).

В состав *промежуточного* мозга входят таламус и гипоталамус. Таламус участвует в образовании условных рефлексов и выработке двигательных навыков, формировании эмоций человека, его мимики, ощущений боли. Гипотоламус участвует в регуляции состоянии бодрствования и сна, обмене веществ, поддержании постоянство температуры, нормального уровня кровяного давления, водного баланса, регулирует чувство голода и насыщения.

Конечный мозг состоит из правого и левого полушарий большого мозга. В каждом из полушарий различает кору большого мозга и обонятельного мозга. Кора является анатомической основой высшей нервной (психической) деятельности и регулирует все функции организма.

К *периферической* нервной системе, как уже сообщалось, относятся нервные образования соединяющие ЦНС с органами. В анатомии насчитывают 12 пар нервов головного мозга — зрительный, глазодвигательный, тройничный, лицевой и др.

Вегетативная нервная система — специализированный отдел единой нервной системы мозга — регулируется корой больших полушарий. В отличие от соматической нервной системы, иннервирующей произвольную (скелетную) мускулатуру и обеспечивающей общую чувствительность тела и других органов чувств, вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов — дыхания, выделения, кровеобращения, размножения, желез внутренней секреции и т. д. Вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую и парасимпатическую.

С участием *симпатической* нервной системы протекают многие важные рефлексы в организме, направленные на обеспечение его деятельного состояния, в том числе его двигательной активности. К ним относятся рефлексы расширения бронхов, учащения и усиления сердечных сокращений, расширения сосудов сердца и легких при одновременном сужении сосудов кожи и органов брюшной полости (обеспечение перераспределения крови), выброс депонированной крови из печени и селезенки, расщепление гликогена до глюкозы в печени (мобилизация углеводных источников энергии), усиление деятельности желез внутренней секреции и потовых желез. Симпатическая нервная система снижает деятельность ряда внутренних органов: в результате сужения сосудов в почках уменьшаются процессы мочеобразования, угнетается секреторная и моторная деятельность органов желудочно-кишечного тракта; предотвращается акт мочеиспускания — расслабляется мышца стенки мочевого пузыря и сокращается его сфинктер.

Повышенная активность организма сопровождается симпатическим рефлексом расширения зрачка. Огромное значение для двигательной деятельности организма имеет трофическое влияние симпатических нервов на скелетные мышцы, улучшающие их обмен веществ и функциональное состояние, снижающее утомление. Симпатический отдел нервной системы не только повышает уровень функционирования организма, но и мобилизует его скрытые функциональные резервы, активирует деятельность мозга, повышает защитные реакции (иммунные реакции, барьерные механизмы и др.) запускает гормональные реакции. Особое значение имеет симпатическая нервная система при развитии стрессовых состояний, в наиболее сложных условиях жизнедеятельности.

Парасимпатическая нервная система осуществляет сужение бронхов, замедление и ослабление сердечных сокращений; сужение сосудов сердца; усиление процессов мочеобразования в почках. Парасимпатическая нервная система преимущественно оказывает пусковые влияние: сужение зрачка, бронхов, включение деятельности пищеварительных желез и т. п.

Деятельность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы направлена на текущую регуляцию функционального состояния, на поддержание постоянства внутренней среды организма — гомеостаза. Парасимпатический отдел обеспечивает восстановление различных физиологических

показателей, резко измененных после напряженной работы, оказывает антистрессовое состояние.

4.7. Эндокринная и сенсорная системы

Железы внутренней секреции, или эндокринные железы, вырабатывают особые биологические вещества — гормоны. Гормоны обеспечивают гуморальную (через кровь, лимфу) регуляцию физиологических процессов в организме, попадая во все органы и ткани. Часть гормонов продуцируется только в определенный период, большинство же — на протяжении всей жизни. Они могут тормозить или ускорять рост организма, половое созревание, физическое и психическое развитие, регулировать обмен веществ, деятельность внутренних органов и т. д.

К железам внутренней секреции относятся:

щитовидная железа (гормон тироксин — усиливает азотистый обмен в тканях, участвует в повышении температуры тела, воздействует на частоту сердечных сокращений, артериальное давление, потоотделение);

околощитовидные железы (гормон паратерин — гиперфункция гормона вызывает потерю костной тканью кальция и фосфора, деформацию костей, появлению камней в почках, ухудшению процессов внимания и памяти; гипофункция вызывает судороги);

зобная железа (гормон тимозин — обеспечивает иммунитет организма);

надпочечники — железа состоит из коркового и мозгового слоя (гормоны коркового слоя — кортикостероиды — регулируют минеральный и углеводный обмен, влияют на половые функции и пр.; гормоны мозгового слоя — адреналин и норадреналин, которые поступая в кровь, оказывают возбуждающее действие на симпатическую нервную систему — суживают сосуды кожи, повышают кровеносное давление, снижают тонус желудочно-кишечного тракта, усиливают сократимость и возбудимость сердца);

поджелудочная железа (гормон инсулин и глюкагон участвуют в углеводном и липидном обмене; при поражении отростков поджелудочной железы развивается сахарный диабет, при котором сахар усиленно выводится из организм через почки);

гипофиз — вырабатывает гормоны, оказывающие влияние на половые железы, щитовидную железу, на рост человека; недостаток гормона развивает карликовость, избыток — гигантизм;

половые железы (мужские гормоны — андрогены и женские — эстрогены) и ряд других.

Сенсорные системы. Сложные акты поведения человека во внешней среде требуют постоянного анализа окружающего мира, а также осведомленности нервных центров о состоянии внутренних органов. Первостепенная роль в этом принадлежит сенсорным анализаторам, которые, в свою очередь, представлены системой анализаторов и рецепторов. Рецепторами называют

специальные образования, трансформирующие (преобразующие) энергию внешнего раздражения в специфическую энергию нервного импульса. По характеру воспринимаемой среды рецепторы делятся на: экстерорецепторы, принимающие раздражения из внешней среды, (рецепторы органов слуха, зрения, обоняния, вкуса), интерорецепторы, реагирующие на раздражения из внутренних органов, и проприорецепторов, воспринимающих раздражения из двигательного аппарата (мышц, сухожилий, суставных сумок). Все рецепторы приспособлены к восприятию строго определенных раздражителей — света, звука и т. п. При чрезмерном раздражении рецептора может возникнуть ощущение боли. В свою очередь, сенсорные системы обладают способностью адаптироваться к силе раздражителя (человек не замечает тиканья часов, шума за окном и т. д.). К сенсорным системам относится и система анализаторов — зрительная, слуховая, вестибулярная, двигательная, а также сенсорные системы кожи, вкуса и обоняния. Каждая из них выполняет свои специфические функции. Например, зрительная сенсорная система служит для восприятия и анализа световых раздражителей, слуховая — звуковых колебаний внешней среды и т. п.). Надеемся, что функции анализаторов знакомы вам из школьной программы.

4.8. Функциональные изменения в организме при физических нагрузках

Физические нагрузки вызывают перестройки различных функций организма, особенности и степень которых зависят от мощности, характера двигательной деятельности, уровня здоровья и тренированности. О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакцию со стороны центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы (ССС), дыхательной системы, обмена веществ и др. Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности. В основе развития тренированности, в свою очередь, лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Адаптация — совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособлений организма к изменению окружающих условий и направленная на сохранение относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаза.

В понятиях «адаптация, адаптированность», с одной стороны, и «тренировка, тренированность», с другой стороны, много общих черт, главной из которых является достижение нового уровня работоспособности. Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто имею-

щиеся уже механизмы начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее (урежение сердцебиения, углубление дыхания и др.).

Процесс адаптации связан с изменениями в деятельности всего комплекса функциональных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, эндокринная, пищеварительная, сенсомоторная и др. системы). Разные виды физических упражнений предъявляют различные требования к отдельным органам и системам организма. Правильно организованный процесс выполнения физических упражнений создает условия для совершенствования механизмов, поддерживающих гомеостаз. В результате этого сдвиги, происходящие во внутренней среде организма, быстрее компенсируются, клетки и ткани становятся менее чувствительными к накоплению продуктов обмена веществ.

Среди физиологических факторов, определяющих степень адаптации к физическим нагрузкам, большое значение имеют показатели состояния систем, обеспечивающих транспорт кислорода, а именно — система крови и дыхательная система.

Кровь и кровеносная система

В организме взрослого человека содержится 5–6 л крови. В состоянии покоя 40–50 % ее не циркулирует, находясь в так называемом «депо» (селезенка, кожа, печень). При мышечной работе увеличивается количество циркулирующей крови (за счет выхода из «депо»). Происходит ее перераспределение в организме: большая часть крови устремляется к активно работающим органам: скелетным мышцам, сердцу, легким. Изменения в составе крови направлены на удовлетворение возросшей потребности организма в кислороде. В результате увеличения количества эритроцитов и гемоглобина повышается кислородная емкость крови, т. е. увеличивается количество кислорода, переносимого в 100 мл крови. При занятиях спортом увеличивается масса крови, повышается количество гемоглобина (на 1–3 %), увеличивается число эритроцитов (на 0,5–1 млн. в кубическом мм), возрастает количество лейкоцитов и их активность, что повышает сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям. В результате мышечной деятельности активизируется система свертывания крови. Это одно из проявлений срочной адаптации организма к воздействию физических нагрузок и возможным травмам с последующим кровотечением. Программируя «с опережением» такую ситуацию, организм повышает защитную функцию системы свертывания крови.

Двигательная деятельность оказывает существенное влияние на развитие и состояние всей системы кровообращения. В первую очередь, изменяется само сердце: увеличиваются масса сердечной мышцы и размеры сердца. У тренированных масса сердца составляет в среднем 500 г, у нетренированных — 300.

Сердце человека чрезвычайно легко поддается тренировке и как ни один дру-гой орган нуждается в ней. Активная мышечная деятельность способствует гипер-

трофии сердечной мышцы и увеличению его полостей. Объем сердца у спортсменов больше на 30 %, чем у не занимающихся спортом. Увеличение объема сердца, особенно его левого желудочка, сопровождается повышением его сократительной способности, увеличением систолического и минутного объемов.

Физическая нагрузка способствует изменению деятельности не только сердца, но и кровеносных сосудов. Активная двигательная деятельность вызывает расширение кровеносных сосудов, снижение тонуса их стенок, повышение их эластичности. При физических нагрузках почти полностью раскрывается микроскопическая капиллярная сеть, которая в покое задействована всего на 30–40 %. Все это позволяет существенно ускорить кровоток и, следовательно, увеличить поступление питательных веществ и кислорода во все клетки и ткани организма.

Работа сердца характеризуется непрерывной сменой сокращений и расслаблений его мышечных волокон. Сокращение сердца называется систолой, расслабление — диастолой. Количество сокращений сердца за одну минуту — частота сердечных сокращений (ЧСС). В состоянии покоя у здоровых нетренированных людей ЧСС находится в пределах 60–80 уд/мин, у спортсменов — 45–55 уд/мин и ниже. Урежение ЧСС в результате систематических занятий физическими упражнениями называется брадикардией. Брадикардия препятствует «изнашиванию миокарда и имеет важное оздоровительное значение. На протяжении суток, в течение которых не было тренировок и соревнований, сумма суточного пульса у спортсменов на 15–20 % меньше, чем у лиц того же пола и возраста, не занимающихся спортом.

Мышечная деятельность вызывает учащение сердцебиения. При напряженной мышечной работе ЧСС может достигать 180–215 уд/мин. Следует отметить, что увеличение ЧСС имеет прямо пропорциональную зависимость с мощностью мышечной работы. Чем больше мощность работы, тем выше показатели ЧСС. Тем не менее, при одинаковой мощности мышечной работы ЧСС у менее подготовленных лиц значительно выше. Кроме того, при выполнении любой двигательной деятельности ЧСС изменяется в зависимости от пола, возраста, самочувствия, условий занятий (температура, влажность воздуха, время суток и т. д.).

При каждом сокращении сердца кровь выбрасывается в артерии под большим давлением. В результате сопротивления кровеносных сосудов ее передвижение в них создается давлением, называемое кровяным давлением. Наибольшее давление в артериях называют систолическим или максимальным, наименьшее — диастолическим или минимальным. В состоянии покоя у взрослых людей систолическое давление составляет 100–130 мм рт. ст., диастолическое — 60–80 мм рт. ст. По данным Всемирной организации здравоохранения, артериальное давление до 140/90 мм рт. ст. является нормотоническим, выше этих величин — гипертоническим, а ниже 100–60 мм рт. ст. — гипотоническим. В процессе выполнения физических упражнений, а также после окончания тренировки, артериальное давление обычно повышается. Степень его повышения зависит от мощности выполненной физической нагрузки и уровня тренированности человека. Диастолическое давление изменяется менее выражено, чем систолическое. После длительной и очень напряженной деятельности (например, участие в марафоне) диастолическое давление

(в некоторых случаях и систолическое) может быть меньше, чем до выполнения мышечной работы. Это обусловлено расширением сосудов в работающих мышцах.

Важными показателями производительности сердца являются систолический и минутный объем. Систолический объем крови (ударный объем) — это количество крови, выбрасываемой правым и левым желудочками при каждом сокращении сердца. Систолический объем в покое у тренированных — 70–80 мл, у нетренированных — 50–70 мл. Наибольший систолический объем наблюдается при ЧСС 130–180 уд/мин. При ЧСС свыше 180 уд/мин он сильно снижается. Поэтому наилучшие возможности для тренировки сердца имеют физические нагрузки в режиме 130–180 уд/мин. Минутный объем крови — количество крови, выбрасываемое сердцем за одну минуту, зависит от ЧСС и систолического объема крови. В состоянии покоя минутный объем крови (МОК) составляет в среднем 5–6 л, при легкой мышечной работе увеличивается до 10–15 л, при напряженной физической работе у спортсменов может достигать 42 л и более. Увеличение МОК при мышечной деятельности обеспечивает повышенную потребность органов и тканей в кровоснабжении.

Дыхательная система

Изменения показателей дыхательной системы при выполнении мышечной деятельности оцениваются по частоте дыхания, жизненной емкости легких, потреблением кислорода, кислородным долгом и другими более сложными лабораторными исследованиями. Частота дыхания (смена вдоха и выдоха и дыхательной паузы) — количество дыханий в одну минуту. Определение частоты дыхания производится по спирограмме или по движению грудной клетки. Средняя частота у здоровых лиц 16–18 в минуту, у спортсменов — 8–12. При физической нагрузке частота дыхания увеличивается в среднем в 2–4 раза и составляет 40–60 дыхательных циклов в минуту. С учащением дыхания неизбежно уменьшается его глубина. Глубина дыхания — это объем воздуха спокойного вдоха и ли выдоха при одном дыхательном цикле. Глубина дыхания зависит от роста, веса, размера грудной клетки, уровня развития дыхательных мышц, функционального состояния и степени тренированности человека. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — наибольший объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. У женщин ЖЕЛ составляет в среднем 2,5–4 л, у мужчин — 3,5–5 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 л. Минутный объем дыхания (МОД) характеризует функцию внешнего дыхания, определяется произведением частоты дыхания на дыхательный объем. В покое МОД составляет 5–6 л, при напряженной физической нагрузке возрастает до 120–150 л/мин и более. При мышечной работе ткани, особенно скелетные мышцы, требуют значительно больше кислорода, чем в покое, и вырабатывают больше углекислого газа. Это приводит к увеличению МОД, как за счет учащения дыхания, так и вследствие увеличения дыхательного объема. Чем тяжелее работа, тем относительно больше МОД (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Средние показатели реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем на физическую нагрузку

Параметры	В покое	При интенсивной физической нагрузке
Частота сердечных сокращений	50–75 уд/мин	160–210 уд/мин
Систолическое артериальное давление	100–130 мм рт. ст.	200–250 мм рт. ст.
Систолический объем крови	60–70 мл	150–170 мл и выше
Минутный объем крови (МОК)	4–5 л/мин	30–35 л/мин и выше
Частота дыхания	14 раз/мин	60–70 раз/мин
Альвеолярная вентиляция (эффективный объем)	5 л/мин	120 л/мин и более
Минутный объем дыхания	5–6 л/мин	120–150 л/мин

Максимальное потребление кислорода (МПК) является основным показателем продуктивности как дыхательной, так и сердечно-сосудистой (в целом — кардио-респираторной) систем. МПК — это наибольшее количество кислорода, которое человек способен потребить в течение одной минуты на 1 кг веса. МПК измеряется количеством миллилитров за 1 мин на 1 кг веса (мл/мин/кг). МПК является показателем аэробной способности организма, т. е. способности совершать интенсивную мышечную работу, обеспечивая энергетические расходы за счет кислорода, поглощаемого непосредственно во время работы. Величину МПК можно определить математическим расчетом, используя специальные номограммы; можно в лабораторных условиях при работе на велоэргометре или восхождении на ступеньку. МПК зависит от возраста, состояния сердечно-сосудистой системы, массы тела. Для сохранения здоровья необходимо обладать способностью потреблять кислород как минимум на 1 кг — женщинам не менее 42 мл/мин, мужчинам — не менее 50 мл/мин. Когда в клетки тканей поступает меньше кислорода, чем нужно для полного обеспечения потребности в энергии, возникает кислородное голодание, или гипоксия.

Кислородный долг — это количество кислорода, которое требуется для окисления продуктов обмена веществ, образовавшихся при физической работе. При интенсивных физических нагрузках, как правило, наблюдается метаболический ацидоз различной степени выраженности. Его причиной является «закисление» крови, т. е. накопление в крови метаболитов обмена веществ (молочной, пировиноградной кислот и др.). Для ликвидации этих продуктов обмена нужен кислород — создается кислородный запрос. Когда кислородный запрос выше потребления кислорода в данный момент, образуется кислородный долг. Нетренированные люди способны продолжить работу при кислородном долге 6–10 л, спортсмены могут выполнять такую нагрузку, после которой возникает кислородный долг в 16–18 л и более. Кислородный долг ликвидируется после окончания работы. Время его ликвидации зависит

от длительности и интенсивности предыдущей работы (от нескольких минут до 1,5 ч).

Пищеварительная система

Систематически выполняемые физические нагрузки повышают обмен веществ и энергии, увеличивают потребность организма в питательных веществах, стимулирующих выделение пищеварительных соков, активизируют перистальтику кишечника, повышают эффективность процессов пищеварения.

Однако при напряженной мышечной деятельности могут развиваться тормозные процессы в пищеварительных центрах, уменьшающие кровоснабжение различных отделов желудочно-кишечного тракта и пищеварительных желез в связи с тем, что необходимо обеспечивать кровью усиленно работающие мышцы. В то же время сам процесс активного переваривания обильной пищи в течение 2–3 ч после ее приема снижает эффективность мышечной деятельности, так как органы пищеварения в этой ситуации оказываются как бы более нуждающимися в усиленном кровообращении. Кроме того, наполненный желудок приподнимает диафрагму, тем самым, затрудняя деятельность органов дыхания и кровообращения. Вот почему физиологическая закономерность требует принимать пищу за 2,5–3,5 ч до начала тренировки, и через 30–60 минут после нее.

Выделительная система

При мышечной деятельности значительна роль органов выделения, которые выполняют функцию сохранения внутренней среды организма. Желудочно-кишечный тракт выводит остатки переваренной пищи; через легкие удаляются газообразные продукты обмена веществ; сальные железы, выделяя кожное сало, образуют защитный, смягчающий слой на поверхности тела; слезные железы обеспечивают влагу, смачивающую слизистую оболочку глазного яблока. Однако основная роль в освобождении организма от конечных продуктов обмена веществ принадлежит почкам, потовым железам и легким.

Почки поддерживают в организме необходимую концентрацию воды, солей и других веществ; выводят конечные продукты белкового обмена; вырабатывают гормон ренин, влияющий на тонус кровеносных сосудов. При больших физических нагрузках потовые железы и легкие, увеличивая активность выделительной функции, значительно помогают почкам в выводе из организма продуктов распада, образующихся при интенсивно протекающих процессах обмена веществ.

Нервная система в управлении движениями

При управлении движениями ЦНС осуществляет очень сложную деятельность. Для выполнения четких целенаправленных движений необходимо непрерывное поступление в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, о степени их сокращения и расслабления, о позе тела, о положении суставов и угла сгиба в них. Вся эта информация передается от рецепторов сенсорных систем и особенно от рецепторов двигательной сенсорной систе-

мы, расположенных в мышечной ткани, сухожилиях, суставных сумках. От этих рецепторов по принципу обратной связи и по механизму рефлекса ЦНС поступает полная информация о выполнении двигательного действия и о сравнении ее с заданной программой. При многократном повторении двигательного действия импульсы от рецепторов достигают двигательных центров ЦНС, которые соответственным образом меняют свою импульсацию, идущую к мышцам, с целью совершенствования разучиваемого движения до уровня двигательного навыка.

Двигательный навык — форма двигательной деятельности, выработанная по механизму условного рефлекса в результате систематических упражнений. Процесс формирования двигательного навыка проходит три фазы: генерализации, концентрации, автоматизации.

Фаза *генерализации* характеризуется расширением и усилением процессов возбуждения, в результате чего в работу вовлекаются лишние группы мышц, а напряжение работающих мышц оказывается неоправданно большим. В этой фазе движения скованы, неэкономичны, неточны и плохо координированы.

Фаза *концентрации* характеризуется снижением процессов возбуждения благодаря дифференцированному торможению, концентрируясь в нужных зонах головного мозга. Исчезает излишняя напряженность движений, они становятся точными, экономичными, выполняются свободно, без напряжения, стабильно.

В фазе *автоматизации* навык уточняется и закрепляется, выполнение отдельных движений становится как бы автоматическим и не требует контроля сознания, которое может быть переключено на окружающую обстановку, поиск решений и т. п. Автоматизированный навык отличается высокой точностью и стабильностью всех составляющих его движений.

4.9. Внешняя среда. Природные и социально-экологические факторы и их воздействие на организм

Организм человека как единая саморегулирующая и саморазвивающая система существует не изолирована, а в тесном взаимодействии с окружающей её внешней средой. Вне окружающей среды жизнь невозможна. Вся жизнедеятельность человека осуществляется в условиях постоянного воздействия различных факторов окружающей внешней среды: *физических* — колебания атмосферного давления, температуры окружающей среды, проникающей радиации, шума, вибрации и др.; *химических* — различные вещества в воде, воздухе, земле, пище; *биологических* — инфекции, вирусы.

Из внешней среды в организм поступают вещества, необходимые для его жизнедеятельности и развития, как полезных, так и вредных, которые как бы стремятся нарушить постоянство внутренней среды. Организм же за счет взаимодействия функциональных систем всячески стремится сохранить его

постоянство или гомеостаз. Благодаря деятельности ряда регуляторных механизмов организм способен сохранять постоянство внутренней среды при резких изменениях различных характеристик внешней среды — больших перепадов температур, повышения или понижения влажности воздуха, освещения и т. п. Чем точнее и надежнее регулируется постоянство внутренней среды организма, тем в меньшей степени организм зависит от изменений внешних условий. Поддержание гомеостаза является основой физиологической адаптации (приспособление) организма к изменениям окружающей среды.

В свою очередь, важным фактором адаптации человека является тренировка. Так, регулярная тренировка холодом, водными процедурами (закаливание), выполнение физических упражнений в различных температурных режимах обеспечивает повышение сопротивляемости организма к изменениям температуры.

Мышечная деятельность вызывает напряжения всех функциональных систем, сопровождается гипоксией, что также тренирует механизмы регуляции, улучшает восстановительные процессы, совершенствует адаптацию к неблагоприятным условиям среды (к изменениям давления, недостатку кислорода, перепадам температур, шумам и т. д.). Регулярные занятия физическими упражнениями в условиях повышенной или пониженной температуры и влажности воздуха приводят к адаптации (акклиматизации) организма, что характеризуется повышением работоспособности в этих условиях. Лица, хорошо физически подготовленные, легче переносят жару, холод, перепады давления.

Деятельность целого организма в единстве с внешней средой определяется не только биологическими и физическими, но и *экологическими* факторами. Загрязнение атмосферы, почвы, подземных вод, повышения радиации — все это создает жесткие условия воздействия внешней среды на человека. Значительная часть болезней современного человека — результат ухудшения окружающей его экологической обстановки. Все это во многом может препятствовать широкому использованию средств физической культуры на открытом воздухе. Не рекомендуется выполнять какие-либо формы физических упражнений (утренние, вечерние оздоровительные пробежки, длительная вело езда, катание на роликах и др.) вдоль автомобильных дорог, стоянок, вблизи промышленных предприятий. При выполнении физических упражнений повышаются функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, увеличивается газообмен (человек больше вдыхает и выдыхает), а, следовательно, повышается негативное воздействие грязного воздуха на организм человека. И здесь следует отметить, что регулярные занятия физическими упражнениями и спортом повышают специфическую устойчивость организма к экологически неблагоприятным факторам.

Успехи науки и техники, наряду с полезным эффектом приводят в современной жизни и к неблагоприятным последствиям *социального* характера. Автоматизация, компьютеризация, постоянный дефицит времени снижают

необходимый уровень двигательной активности. В результате образ жизни большинства людей, особенно тех, чей профессиональный труд связан с большими умственными нагрузками, стал характеризоваться недостаточной двигательной активностью — *гипокинезией*. Установлено, что гипокинезический режим вызывает, в конечном итоге, нарушение общебиологического баланса, приводя к состоянию, которое называется *гиподинамией*. Гиподинамия проявляется в снижении обмена веществ, понижении уровня функционирования ряда систем организма, атрофии мышц, деминерализации костей.

При гипокинезическом режиме особенно страдает сердечно-сосудистая система. Объем сердца у физически не активных людей меньше, чем у спортсменов. Это обусловлено относительно тонким мышечным слоем и малыми полостями желудочков сердца. Даже при небольшой физической нагрузке такое сердце не может обеспечить необходимое увеличение кровотока, что ведет к утомлению человека и невозможности продолжать работу.

Наряду с недостаточным развитием сердца у малоактивных людей наблюдается ряд неблагоприятных изменений в сосудистой системе. У них раньше и быстрее происходят склеротические изменения в сосудах сердца и головного мозга, препятствующие усилению кровоснабжения этих жизненно важных органов при физических и эмоциональных напряжениях. Изменения функционального состояния стенок артериальных сосудов способствует повышению кровяного давления. Это неблагоприятно отражается на жизнедеятельности организма не только при физических нагрузках, но и при мышечном покое.

Гипокинезия приводит к недостаточному развитию системы дыхания. В обычных условиях человек может это не замечать, поскольку основными потребителями кислорода являются мышцы, а их масса у нетренированных невелика. Кроме того, в состоянии покоя его много не требуется. Однако если нетренированные мышцы выполняют даже небольшую нагрузку, то потребность в кислороде резко возрастает. Органы дыхания и кровообращения не могут ее удовлетворить. В связи с этим в организме накапливаются продукты окисления и потому малоактивный человек вынужден прекращать работу.

При недостаточной двигательной активности ухудшается питание мышц. В результате уменьшается их объем, сила, растяжимость и упругость. Мышцы становятся вялыми, дряблыми, теряют скоростные качества, выносливость, резко снижается их сила. Кости становятся более хрупкими, уменьшается подвижность в суставах. Из-за ослабления мышц, связочного и костного аппарата туловища и нижних конечностей нарушается осанка, деформируются позвоночник, грудная клетка, изменяется свод стопы. Это влечет за собой целую цепь дальнейших нарушений здоровья, снижение работоспособности.

Лекция 5

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ

5.1. Мотивация и целенаправленность самостоятельных занятий

По мнению многих ученых, оптимальный двигательный режим для молодых людей в возрасте от 14 до 25 лет должен составлять 8–10 часов в неделю. В настоящее время наблюдается значительное несоответствие между умственной и физической нагрузкой студентов, поскольку на предмет «Физическая культура», согласно учебному плану, предусматривается всего 4 академических часа в неделю, что составляет при любой организации учебных занятий лишь 30–35 % оптимального суточного объема движений. Поэтому важно находить дополнительные резервы увеличения двигательного режима студентов. И здесь большое значение имеет самостоятельная форма занятий физическими упражнениями.

Выбор направленности и формы самостоятельных занятий зависит, прежде всего, от мотивации человека. Формирование мотивов, переходящих в потребность регулярных занятий физическими упражнениями, происходит под воздействием различных факторов, влияющих на образ жизни человека, в том числе, традиции в семье, веяния моды, пропаганды ЗОЖ.

Целями самостоятельных занятий могут быть: активный отдых, укрепление и коррекция здоровья, повышение уровня физического развития и физической подготовленности, выполнение различных тестов, достижение спортивных результатов и т. д.

Конкретная направленность и организационные формы использования самостоятельных занятий зависят от пола, возраста, состояния здоровья, уровня физической и спортивной подготовленности занимающихся. Можно выделить гигиеническую, оздоровительно-рекреативную (рекреация — восстановление), общеподготовительную, спортивную, профессионально-прикладную и лечебную направленности:

гигиеническая — предполагает использование средств физической культуры для восстановления работоспособности и укрепления здоровья;

оздоровительно-рекреативная — предусматривает использование средств физической культуры после окончания рабочего дня, в выходные дни и в период каникул в целях послерабочего восстановления организма и профилактики переутомления и перенапряжения;

общеподготовительная — обеспечивает всестороннюю физическую подготовленность и поддержание ее в течение длительного периода времени на уровне требований и норм какой-либо системы тестов, например, на уров-

не контрольных тестов для оценки физической подготовленности учебной программы для студентов вузов Российской Федерации;

спортивная — имеет целью повышение спортивного мастерства занимающихся, участие в спортивных соревнованиях, достижение возможно высоких спортивных результатов;

профессионально-прикладная направленность предусматривает использование средств физической культуры и спорта в системе научной организации труда и для подготовки к профессиональной деятельности с учетом особенностей получаемой специальности;

лечебное направление заключается в использовании физических упражнений, закаливающих факторов и гигиенических мероприятий в общей системе лечебных мер по восстановлению здоровья или определенных функций организма, сниженных или утраченных в результате заболеваний или травмы.

5.2. Формы самостоятельных занятий

Организационные формы самостоятельных занятий физическими упражнениями и спортом определяются их целью и задачами. Существуют три основные формы самостоятельных занятий: утренняя гигиеническая гимнастика, упражнения в течение учебного (рабочего) дня, самостоятельные тренировочные занятия в свободное время.

Утренняя гигиеническая гимнастика (УГГ) включается в распорядок дня в утренние часы после пробуждения от сна.

В комплекс УГГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхательные упражнения. Не рекомендуется выполнять упражнения статического характера, со значительными отягощениями, на выносливость (например, длительный бег до утомления).

При составлении комплексов и их выполнении рекомендуется физическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом в середине или второй половине комплекса.

Каждое упражнение следует начинать в медленном темпе и с небольшой амплитудой движений с постепенным ее увеличением. Между сериями из 2–3 упражнений (а для силовых упражнений — после каждого) выполняются упражнения на расслабление или медленный бег (20–30 с).

Дозировка физических упражнений, т. е. увеличение или уменьшение их интенсивности, обеспечивается: изменением амплитуды движений; ускорением или замедлением темпа; увеличением или уменьшением числа повторений упражнений; включением в работу большего или меньшего числа мышечных групп; увеличением или сокращением пауз для отдыха.

УГГ может сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УГГ рекомендуется сделать самомассаж

основных мышечных групп ног, туловища и рук и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

Упражнения в течение учебного (рабочего) дня обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения. Упражнения выполняются в перерывах между учебными занятиями. Обычно это — простые общеразвивающие упражнения (наклоны, повороты, круговые движения головы; круговые движения в плечевых, локтевых суставах и т. п.); изометрические (максимальное напряжение и расслабление мышц кистей, рук, ног, туловища); специальные для мышц глаз (движения глаз вправо-влево, вверх-вниз, круговые движения).

Самостоятельные тренировочные занятия можно проводить индивидуально и в группе. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Необходимо помнить, что самостоятельные занятия в одиночку можно проводить только на стадионах, спортивных площадках, в парках, в черте населенных пунктов. Самостоятельные индивидуальные занятия на местности или в лесу вне населенных пунктов во избежание несчастных случаев не допускаются. Выезд или выход для тренировок за пределы населенного пункта может проводиться группами из 3–5 человек и более. При этом должны быть приняты все необходимые меры предосторожности по профилактике спортивных травм, обморожения и т. д. Не допускается также отставание от групп отдельных занимающихся.

Выбор количества занятий в неделю зависит в значительной степени от цели самостоятельных занятий. Для поддержания физического состояния на достигнутом уровне достаточно заниматься два раза в неделю. Для его повышения — не менее трех раз, а для достижения заметных спортивных результатов — 4–5 раз в неделю и более. Тренироваться надо через 2–3 часа после приема пищи. Не рекомендуется тренироваться утром сразу после сна натощак, а также поздно вечером.

Тренировочные занятия, как правило, носят комплексный характер, т. е. должны способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма. Специализированный характер занятий требует более индивидуального подхода и предварительной подготовки, т. е. специального отбора тренировочных средств, нагрузок, места и времени занятий, консультаций со специалистами.

Самостоятельные тренировочные занятия проводятся по общепринятой структуре: подготовительная (разминка), основная и заключительная части.

5.3. Выбор видов спорта или систем физических упражнений

Выбор индивидуального вида спорта, той или иной системы физических упражнений зависит, прежде всего, от мотивации человека. В большинстве случаев у юношей сильно выражено стремление добиться через занятия

спортом самоутверждения, социального признания, хорошего развития физических качеств. У девушек, как правило, преобладает желание иметь красивое телосложение. В целом мотивы, побуждающие к занятиям спортом вообще и к выбору одного из них, в частности, могут быть различны.

Выбор видов спорта для укрепления здоровья, коррекции недостатков физического развития и телосложения.

Занятия отдельными видами спорта, системами физических упражнений могут способствовать развитию определённых органов и систем организма. С помощью правильно подобранных физических упражнений можно улучшить многие показатели физического развития (масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость лёгких).

При выборе вида спорта с целью коррекции недостатков физического развития и телосложения следует сформировать своё твёрдое представление об идеале телосложения, так как каждый вид спорта влияет различно на те или другие антропометрические показатели.

Наибольшие возможности, например, в избирательной коррекции отдельных недостатков телосложения, представляют регулярные занятия атлетической гимнастикой, шейпингом, аэробикой, гантельной гимнастикой, т. е. теми упражнениями, которые и направлены преимущественно на решение подобных задач.

Выбор видов спорта, повышающих функциональные возможности организма.

Для повышения функциональных возможностей организма, совершенствования деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем наиболее эффективно выбирать и самостоятельно заниматься циклическими видами спорта: бег, ходьба на лыжах, плавание, велоезда, катание на коньках.

Выбор видов спорта и систем физических упражнений для активного отдыха.

С этой точки зрения рекомендуется выбирать вид спорта или систему физических упражнений с учётом темперамента, психологической настроенности, эмоционального состояния.

Так, если человек легко отвлекается от работы, а затем быстро в неё включается, если он общителен с окружающими, эмоционален в спорах, для него предпочтительными будут игровые виды спорта или единоборства; если же он усидчив, сосредоточен в работе и склонен к однородной деятельности без постоянного переключения внимания, если способен в течение продолжительного времени выполнять физически тяжёлую работу, значит, ему подойдут занятия длительным бегом, лыжным спортом, плаванием, велоспортом; а если замкнут, необщителен, неуверен в себе или чрезмерно чувствителен к мнению окружающих, ему не стоит заниматься постоянно в группах.

Психофизическая подготовка к будущей профессии и овладение жизненно необходимыми умениями и навыками.

Выбор видов спорта, систем физических упражнений, в этом случае проводится, чтобы достичь лучшей специальной психофизической подготовленности к избранной профессии. Так, если ваша будущая профессия требует повышенной общей выносливости, то вы должны выбирать виды спорта, в наибольшей степени развивающих это качество (бег на длинные дистанции, лыжные гонки и т. п.). Если ваш будущий труд связан с длительным напряжением зрительного анализатора, освойте виды спорта и упражнения, тренирующие микро-мышцы глаза (настольный теннис, теннис, бадминтон).

5.4. Особенности самостоятельных занятий избранным видом спорта

Самостоятельные тренировочные занятия можно проводить с использованием различных видов спорта или систем физических упражнений. При этом, прежде всего, рекомендуются наиболее общедоступные виды спорта, в основном циклические, менее других требующие высокого уровня спортивной подготовленности, а также наиболее популярные игровые виды спорта, если занимающиеся уже обладают достаточным уровнем практических навыков в данном виде спорта.

Оздоровительный бег является одной из самых лучших и доступных форм занятий физической культурой. Благодаря естественности и простоте движений, возможностям проводить тренировки практически в любых условиях и в процессе занятий добиваться значительного расширения функциональных возможностей, бег является самым распространенным и массовым увлечением во многих странах мира.

Чтобы повысить эффективность занятий оздоровительным бегом, необходимо освоить рациональную технику, научиться правильно, дозировать продолжительность и скорость бега.

Ошибки в технике бега (нарушения в осанке, неправильная постановка стопы и др.) могут вызывать болезненные ощущения отдельных мышечных групп, сухожилий, суставов ног, спины. Чтобы избежать этого, необходимо правильное выполнение беговых движений. Лучшей техникой бега обладают те бегуны, которые используют постановку ноги на носок. Такая постановка увеличивает силу отталкивания за счет энергии упругой деформации в мышцах ног и снижает время опоры. Нога ставится на грунт мягким, загребающим движением. Если это вызывает трудности, можно осуществлять постановку стопы с пятки с последующим перекатом на носок. Нужно стремятся снизить горизонтальное торможение в фазе амортизации, то есть ставить ногу с «загребающим» движением ближе к проекции центра тяжести тела. Избегайте «натыкания» на ногу или «ударной» постановки ноги. Беговой шаг должен быть легким, пружинящим, с минимальными вертикальными и боковыми колебаниями. Туловище при беге держится прямо или имеет незначительный наклон вперед, плечи опущены и расслаблены, руки без напряжения движутся вперед-назад. Продолжительность и скорость бега определяется в зависи-

мости от уровня подготовки занимающихся и поставленных задач. Критериями дозировки физической нагрузки при занятиях оздоровительным бегом являются: продолжительность бега, скорость, дистанция бега.

Под влиянием регулярных занятий бегом во всех система организма происходит функциональная перестройка. Активизация деятельности мышц при занятиях оздоровительным бегом приводит к повышению активности всех обменных процессов. Опыт показывает, что, тренируясь 3–4 раза в неделю даже с минимальным объемом нагрузок можно добиться существенного улучшения функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Проводить занятия на свежем воздухе зимой можно при температуре воздуха не ниже –20°С. При более низкой температуре целесообразно провести занятие в помещении, заменив бег гимнастическими упражнениями и бегом на месте.

После каждого занятия через 10–15 минут желательно принять душ, который успокаивает нервную систему, очищает кожу, улучшает кровообращение. Не рекомендуется после занятий принимать холодный душ. Холодный душ без предварительного закаливания организма может вызвать простудные заболевания.

Заниматься бегом нельзя тем, кто страдает такими заболеваниями, как сердечная недостаточность, стенокардия, гипертоническая болезнь, сердечные пороки, бронхиальная астма, хронический бронхит и т. д. В любом случае необходимо посоветоваться с врачом.

Занятия *лыжным* спортом более сложны в организационном и методическом плане. К подготовленности занимающихся предъявляются повышенные требования. Главным критерием готовности к лыжным занятиям является физическое состояние организма, выражающееся в отсутствии медицинских противопоказаний для тренировок на холоде, а также владение некоторыми техническими навыками передвижения на лыжах. Для самостоятельных тренировочных занятий лыжным спортом, особенно начинающим, следует выбирать относительно ровные трассы, без больших перепадов высоты на подъемах и спусках. Основной направленностью самостоятельных оздоровительных занятий лыжным спортом является закаливание организма, развитие выносливости и, конечно же, совершенствование ранее изученной техники лыжных ходов.

Занятия *атлетической гимнастикой*, довольно популярные в последнее время, направлены на развитие силы, силовой выносливости и ловкости. Конечная цель таких занятий — формирование гармоничного и красивого телосложения. Хороший эффект дают силовые упражнения для целенаправленного воздействия на недостаточно развитые группы мышц, коррекцию фигуры (сутулость, опущенные плечи, впалая грудь, крыловидные лопатки, отвислый живот).

Атлетическая гимнастика включает упражнения с гантелями, гирями, амортизатором, штангой и другими отягощениями. Воздействуя на различные мышечные группы, упражнения с отягощениями способствуют гармоническому развитию мускулатуры тела, улучшают осанку.

Занятия атлетической гимнастикой рекомендуется проводить во второй половине дня. Вес отягощений выбирается таким образом, чтобы каждое упражнение можно было выполнять 8–10 раз подряд. Для развития абсолютной силы в каком-либо движении вес отягощения увеличивается, а число повторений уменьшается. Для развития силовой выносливости, уменьшения жировых отложений применяются отягощения меньшего веса с большим числом повторений (16 и более). Наиболее целесообразно в тренировке вначале выполнять упражнения с малыми отягощениями, а в последующих подходах увеличивать вес, уменьшая число повторений. Упражнения следует выполнять ритмично без задержки дыхания, делая вдох в момент расслабления мышц. Интервал отдыха между упражнениями обычно составляет 1–2 минуты, в зависимости от скорости восстановления дыхания.

Спортивные игры оказывают разностороннее воздействие на занимающихся, улучшая их функциональное состояние, физическую подготовку и координацию движений. Для того чтобы тренировки в спортивных играх оказались более эффективными, необходимо соблюдать следующие правила. До начала игр следует проводить разминку, включающую медленный бег, общеразвивающие упражнения и упражнения для тех групп мышц, которые принимают наибольшую нагрузку в данной игре. Соблюдать все правила, связанные с техникой безопасности, обращая внимание на соответствие обуви, инвентаря, ровность покрытия площадки и др. требования.

5.5. Особенности самостоятельных занятий женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского у женского организма менее прочное строение костей, меньшее общее развитие мускулатуры, более широкий тазовый пояс и более мощная мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировки для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8–12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8–10 месяцев.

Лекция 6

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА И СПЕЦИАЛИСТА

6.1. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста

В рамках общей готовности выпускников вузов к профессиональной деятельности физическая готовность человека занимает равнозначное место наряду с духовной (идейной, гражданской, нравственной), специально-трудовой (теоретической, технической, технологической) и психической (умственной, волевой, рефлекторно-эмоциональной).

Сегодня физическое здоровье является не просто желательным качеством, а необходимым условием профессиональной деятельности специалиста: он должен обладать резервом физических и функциональных возможностей для своевременной адаптации к быстро меняющимся условиям производственной и внешней среды, объему и интенсивности труда, способностью к полному восстановлению в заданном лимите времени.

Физическое здоровье отражает такую степень физического развития человека, его двигательных навыков и умений, которая позволяет наиболее полно реализовать его творческие возможности. Более того, зачастую физическая подготовка человека, индивидуальный уровень его физической культуры определяют выбор будущей профессии.

На большинстве современных предприятий и учреждений обязательна хорошая физическая форма специалистов – необходимое условие при приеме на работу. Безусловно, первое, чего ждет работодатель, – это проявления высоких профессиональных качеств. Но помимо этого слабое здоровье специалиста потенциально неэкономично для финансового состояния предприятий и учреждений. Это относится к сотрудникам, страдающим различными заболеваниями, тяжело переносящим профессиональные (умственные, физические, психологические) нагрузки. Напротив, специалист, обладающий хорошей физической формой и функционально более подготовленный, имеет лучшую работоспособность. Его труд более эффективен, а в экстремальных условиях он способен проявить максимальные усилия.

С переходом к рыночным отношениям большинство предприятий и учреждений свободны в выборе работников. Работодатели при этом руководствуются соображениями экономической выгоды. Потеря значительных сумм на оплату больничных листов, а иногда и на оплату дорогого лечения сотрудников, стрессовые ситуации, возникающие из-за нервозности и некоммуникабельности отдельных специалистов, вынуждают работодателя избавляться от таких сотрудников. Практика показывает, что далеко не всегда трудовое законодательство может защитить неугодного работника.

Приведенные аргументы отнюдь не предрекают неудачную профессиональную карьеру молодым специалистам с ослабленным здоровьем или физическими недостатками, однако дают повод уже сегодня, в период обучения в вузе, серьезно задуматься о будущей профессиональной деятельности. Для этого нужно начать строить свою жизнь по-новому, положив в основу свободного времяпрепровождения занятия физическими упражнениями. Человек, ведущий физически активный, здоровый образ жизни в состоянии полноценно выполнять любые профессиональные обязанности, возлагаемые на него работодателем в рамках профессии.

Говоря о профессиональной деятельности выпускников высшей школы, мы представляем, прежде всего, служащих, занимающихся преимущественно интенсивной интеллектуальной деятельностью (с повышенным напряжением внимания, зрения), сопровождающейся малой подвижностью, что зачастую ведет к значительной психической напряженности и усталости. Образование, которое получают выпускники вузов, предполагает именно такую организационную форму их трудовой деятельности. В результате такой характер труда выпускника высшей школы приводит к перегруженности одних функциональных систем организма и недогруженности других, что неблагоприятно сказывается на общей дееспособности специалиста. Обычно это умственное перенапряжение, с одной стороны, и снижение мышечного тонуса, застой лимфы в суставах опорно-двигательного аппарата – с другой. Для корректировки этих психофизиологических «перекосов» необходимы как профилактические мероприятия в рабочий период, так и специально выделяемое время в периоды досуга для активного восстановления сил и улучшения самочувствия.

6.2. Производственная физическая культура, ее цель и задачи

Производственная физическая культура (ПФК) — система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время. При неблагоприятных условиях труда (повышенная запыленность, загазованность) мероприятия ПФК могут осуществляться только после работы.

Цель ПФК — способствовать укреплению здоровья и повышению эффективности труда. Эффективность труда можно повысить за счет расширения физиологически допустимых границ его интенсивности, а также за счет повышения индивидуальной производительности, на уровень которой также оказывает определенное влияние физическая подготовленность.

Задачи ПФК:

подготовить организм человека к оптимальному включению в профессиональную деятельность;

активно поддерживать оптимальный уровень работоспособности во время работы и восстанавливать его после ее окончания;

заблаговременно проводить акцентированную психофизическую подготовку к выполнению отдельных видов профессиональной деятельности;

профилактика возможного влияния на организм человека неблагоприятных факторов профессионального труда в конкретных условиях.

6.3. Методические основы производственной физической культуры

Основа производственной физической культуры — теория активного отдыха. Великий русский ученый И. М. Сеченов показал, что для организма наиболее благоприятен такой режим работы, когда происходит смена нагрузки, перемена усилий и групп работающих мышц. Он экспериментально доказал, что работоспособность восстанавливается быстрее и полнее не в состоянии покоя или пассивного отдыха, а в активном состоянии, когда специально организованные движения выполняются другими, неутомленными частями тела. В результате в утомленных функциональных системах усиливаются процессы восстановления и их работоспособность повышается.

В трудах другого великого русского физиолога И. П. Павлова мы находим объяснение того, как устойчивая работоспособность зависит от правильного чередования периодов работы и отдыха, о роли ЦНС в этом процессе.

Методическое обеспечение производственной физической культуры требует учитывать не только физические, но и психические нагрузки — умственную и нервно-эмоциональную напряженность труда, которая характеризуется степенью включения в работу высшей нервной деятельности и психических процессов. Чем большая нагрузка приходится на высшие отделы коры больших полушарий головного мозга, тем важнее переключить внимание работающих на другой вид деятельности.

Итак, методика ПФК находится в зависимости от характера и содержания труда и имеет «контрастный» характер:

чем больше физическая нагрузка в процессе труда, тем меньше она в период активного отдыха, и наоборот;

чем меньше в активную деятельность включены большие мышечные группы, тем в большей степени они подключаются при занятиях различными формами ПФК;

чем больше нервно-эмоциональное и умственное напряжение в профессиональной деятельности, тем меньше оно должно быть в разнообразных физических упражнениях ПФК.

6.4. Производственная физическая культура в рабочее время

В рабочее время ПФК реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика — это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Видами (формами) производственной гимнастики являются: вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультурная минутка, микропауза активного отдыха.

При построении комплексов упражнений необходимо учитывать:

1) рабочую позу (стоя или сидя), положение туловища (согнутое или прямое, свободное или напряженное);

2) рабочие движения (быстрые или медленные, амплитуда движения, их симметричность или асимметричность, однообразие или разнообразие, степень напряженности движений);

3) характер трудовой деятельности (нагрузка на органы чувств, психическая и нервно-мышечная нагрузка, сложность и интенсивность мыслительных процессов, эмоциональная нагрузка, необходимая точность и повторяемость движений, монотонность труда);

4) степень и характер усталости по субъективным показателям (рассеянное внимание, головная боль, ощущение болей в мышцах, раздражительность);

5) возможные отклонения в здоровье, требующие индивидуального подхода при составлении комплексов производственной гимнастики;

6) санитарно-гигиеническое состояние места занятий (обычно комплексы проводятся на рабочих местах).

Вводная гимнастика. С нее рекомендуется начинать рабочий день. Она проводится до начала работы и состоит из 5–8 общеразвивающих и специальных упражнений продолжительностью 5–7 мин.

Цель вводной гимнастики в том, чтобы активизировать физиологические процессы в тех органах и системах организма, которые играют ведущую роль при выполнении конкретной работы. Гимнастика позволяет легче включиться в рабочий ритм, сокращает период врабатываемости, увеличивает эффективность труда в начале рабочего дня и снижает отрицательное воздействие резкой нагрузки при включении человека в работу.

В комплексе упражнений вводной гимнастики следует использовать специальные упражнения, которые по своей структуре, характеру близки к действиям, выполняемым во время работы, имитируют их. С учетом сложных технологических и организационных особенностей ряда современных профессий вводную гимнастику невозможно проводить на рабочем месте, поэтому специфическую функцию вводной гимнастики может достаточно эффективно выполнить утренняя гигиеническая гимнастика.

Физкультурная пауза. Она проводится, чтобы дать срочный активный отдых, предупредить или ослабить утомление, снижение работоспособности в течение рабочего дня. Комплекс состоит из 7–8 упражнений, повторяемых несколько раз в течение 5–10 мин.

Место физкультурной паузы и количество повторений зависит от продолжительности рабочего дня и динамики работоспособности.

При обычном 7–8-часовом рабочем дне с часовым обеденным перерывом при «классической» кривой изменения работоспособности рекомендуется проводить две физкультурные паузы: через 2–2,5 ч после начала работы и за 1–1,5 ч до ее окончания. Комплекс упражнений физкультурной паузы подбирается с учетом особенностей рабочей позы, движений, характера, степени тяжести и напряженности труда.

Физкультурная пауза при благоприятных санитарно-гигиенических условиях может проводиться на рабочих местах. Целесообразно в комплекс упражнений физкультурной паузы для работающих у компьютера или с документами включать специальные упражнения для снятия утомления мышц глаз.



Рис. 3.1. Пальцевые повороты

Пальцевые повороты. Это упражнение — первый шаг на пути ликвидации напряженного состояния глаз.

Поставьте указательный палец какой-нибудь руки перед своим носом (рис. 3.1). Мягко поворачивайте свою голову из стороны в сторону, смотря при этом мимо пальца, а не на него. Вам покажется, что палец двигается. Очень быстро ощущение движения можно добиться, если вы закроете глаза и будете делать повороты таким образом, чтобы кончик носа каждый раз касался пальца во время прохождения мимо него.

Делайте эти повороты всегда по 20–30 раз, не забывая при этом о дыхании. Эти повороты обладают снимающим боль эффектом. Первый закон зрения — это движение. Когда глаз перемещается, он видит. Зрение глаза, который смотрит пристально, слабеет.

Большие повороты. Встаньте лицом к окну, расставив широко ступни ног (рис. 3.2). Затем, перенося вес тела на левую ногу, поверните голову и плечи к левой стене. После этого, перенося вес тела на правую ногу, поверните голову и плечи к правой стене. Обратите внимание на то, что при повороте к правой стене, окна проходят мимо вас влево, а при повороте к левой стене — вправо.

Во время поворотов считайте их количество. Чтобы достичь хорошей степени расслабления, надо сделать до 60 поворотов.



Рис. 3.2. Большие повороты

Физкультурная минутка относится к малым формам активного отдыха. Это наиболее индивидуализированная форма кратковременной физкультурной паузы, которая проводится, чтобы локально воздействовать на утомленную группу мышц. Она состоит из 2–3 упражнений и проводится в течение рабочего дня несколько раз по 1–2 мин.

Физкультминутки с успехом применяются, когда по условиям организации труда и его технологии невозможно сделать организованный перерыв для активного отдыха, т. е. в тех случаях, когда нельзя останавливать оборудование, нарушать общий ритм работы, отвлекать надолго внимание работающего. Физкультминутка может быть использована в индивидуальном порядке непосредственно на рабочем месте. Работающий человек имеет возможность выполнять физические упражнения именно тогда, когда ощущает потребность в кратковременном отдыхе в соответствии со спецификой утомления в данный момент. Для быстрого снятия зрительного утомления рекомендуется выполнить пальминг.

Микропауза активного отдыха. Это самая короткая форма производственной гимнастики, длящаяся всего 20–30с.

Цель микропауз — ослабить общее или локальное утомление путем частичного снижения или повышения возбудимости центральной нервной системы. С этим связано снижение утомления отдельных анализаторных систем, нормализация мозгового и периферического кровообращения. В микропаузах используются мышечные напряжения и расслабления, которые можно многократно применять в течение рабочего дня. Используются приемы самомассажа.

6.5. Физическая культура и спорт в свободное время

Основные формы занятий физкультурой в свободное время:

утренняя гигиеническая гимнастика;

утренние или вечерние специально направленные занятия физическими упражнениями;

краткие занятия физическими упражнениями в обеденный перерыв;

попутная тренировка;

физкультурно-спортивные занятия с целью активного отдыха и повышения функциональных возможностей, профессионально-прикладной физической подготовки.

Утренняя гигиеническая гимнастика. Комплекс несложных упражнений утренней гигиенической гимнастики («зарядки») позволяет легко и приятно перейти от утренней вялости к активному состоянию, быстрее ликвидировать застойные явления, возникающие в организме после ночного бездействия. Применительно к производственной физической культуре утренняя зарядка повышает возбудимость центральной нервной системы, постепенно активизирует основные функциональные системы организма и тем самым ускоряет врабатываемость в трудовой процесс. Наблюдения за группой студентов, регулярно выполнявших утреннюю зарядку, и за теми, кто не делал ее, показали, что у первых период включения в качественный учебный труд составил 15 мин, у вторых — до 45 мин.

При составлении индивидуального комплекса следует позаботиться, чтобы он удовлетворял следующим требованиям:

упражнения должны соответствовать функциональным возможностям организма, специфике трудовой деятельности;

выполняться в определенной последовательности;

носить преимущественно динамический характер, выполняться без значительных усилий и задержки дыхания;

нагрузка должна постепенно возрастать с некоторым снижением к концу зарядки;

комплекс следует периодически обновлять, так как привычность упражнений снижает эффективность занятий.

Рекомендуется следующая примерная схема последовательности упражнений утренней гимнастики (для работников умственного труда):

1. Упражнения, способствующие постепенному переходу организма из заторможенного состояния в рабочее (ходьба, медленный бег, потягивание).

2. Упражнения, активизирующие деятельность сердечно-сосудистой системы (махи руками в разных направлениях, неглубокие выпады и т. п.).

3. Упражнения, укрепляющие мышцы тела, тренирующие дыхание, улучшающие мозговое кровообращение (вращение и наклоны головы, туловища, повороты вправо и влево, наклоны в сторону, прогибание назад).

4. Упражнения на развитие силовых возможностей.

5. Упражнения, способствующие подвижности суставов.

6. Упражнения для мышц брюшного пресса.

7. Упражнения для ног, включая приседание на одной ноге, подскоки.

8. Завершают утреннюю гигиеническую гимнастику упражнения на расслабление и восстановление дыхания (ходьба с движениями рук).

Продолжительность утренней гимнастики от 8–10 до 20–30 мин. Практически здоровые люди в возрасте до 40 лет могут проводить такую зарядку

в темпе, при котором пульс повышается до 150 уд/мин (после 50 лет — пульс до 140 уд/мин, для 60-летних — 120 уд/мин).

Однако далеко не все люди легко и безболезненно переносят в ранние утренние часы повышенные нагрузки. Для некоторых целесообразно ограничиться минимумом упражнений, направленных на снятие утренней вялости, а более активные упражнения перенести на послерабочие вечерние часы.

Утренние или вечерние специально направленные физические упражнения. Занятия в виде специально подобранного комплекса упражнений проводятся с повышенной нагрузкой и имеют профилактическую направленность.

Благодаря физическим упражнениям можно повысить: быстроту и точность движений, координацию мелкой моторики, устойчивость и быстроту распределения внимания, силовую выносливость групп мышц, которые выдерживают основную рабочую нагрузку. Так, в этих целях, в комплекс специально направленных физических упражнений для работников интеллектуального вида труда рекомендуется включать броски, ведения, передача баскетбольного мяча (развивающие быстроту и точность движения); гантельную гимнастику для укрепления основных работающих мышц (рис. 3.3).

С помощью специально направленных упражнений снимаются неблагоприятные последствия малоподвижного, тяжелого физического, монотонного труда, работы в вынужденной неудобной позе, с повышенной нервно-эмоциональной напряженностью, в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях (см. табл.).

Краткие занятия физическими упражнениями в обеденный перерыв. Известный кардиолог профессор Н. Мухарлямов писал, что тем, у кого «сидячая» работа, в обед следует ограничиться чаем с бутербродом, а остальное время перерыва использовать для прогулки, игры в настольный теннис, легкой пробежки. Иными словами, вместо того чтобы приобретать калории, следует активно их расходовать, а полный обед лучше перенести на послерабочее время.

Во многих учреждениях в обеденный перерыв сотрудники с увлечением играют в настольный теннис. Это и есть часть производственной физической культуры, в которой присутствуют элементы повышенной двигательной активности и своеобразной гимнастики микромышц глаз, гимнастики зрительного анализатора.

Общая физическая нагрузка во время игры может быть весьма значительной, ведь за одну партию игрок выполняет 15–20 подач, от 60 до 150 ударов, 15–20 раз наклоняется за мячом.

Попутная тренировка — это по своей сути неорганизованное индивидуальное действие, направленное на повышение двигательной активности без существенных затрат дополнительного времени. Термин «тренировка» здесь весьма условен. Речь идет об использовании для дополнительной физической нагрузки обычных условий труда и быта. Сюда относится пешее передвижение вместо езды на транспорте по пути на работу и обратно.

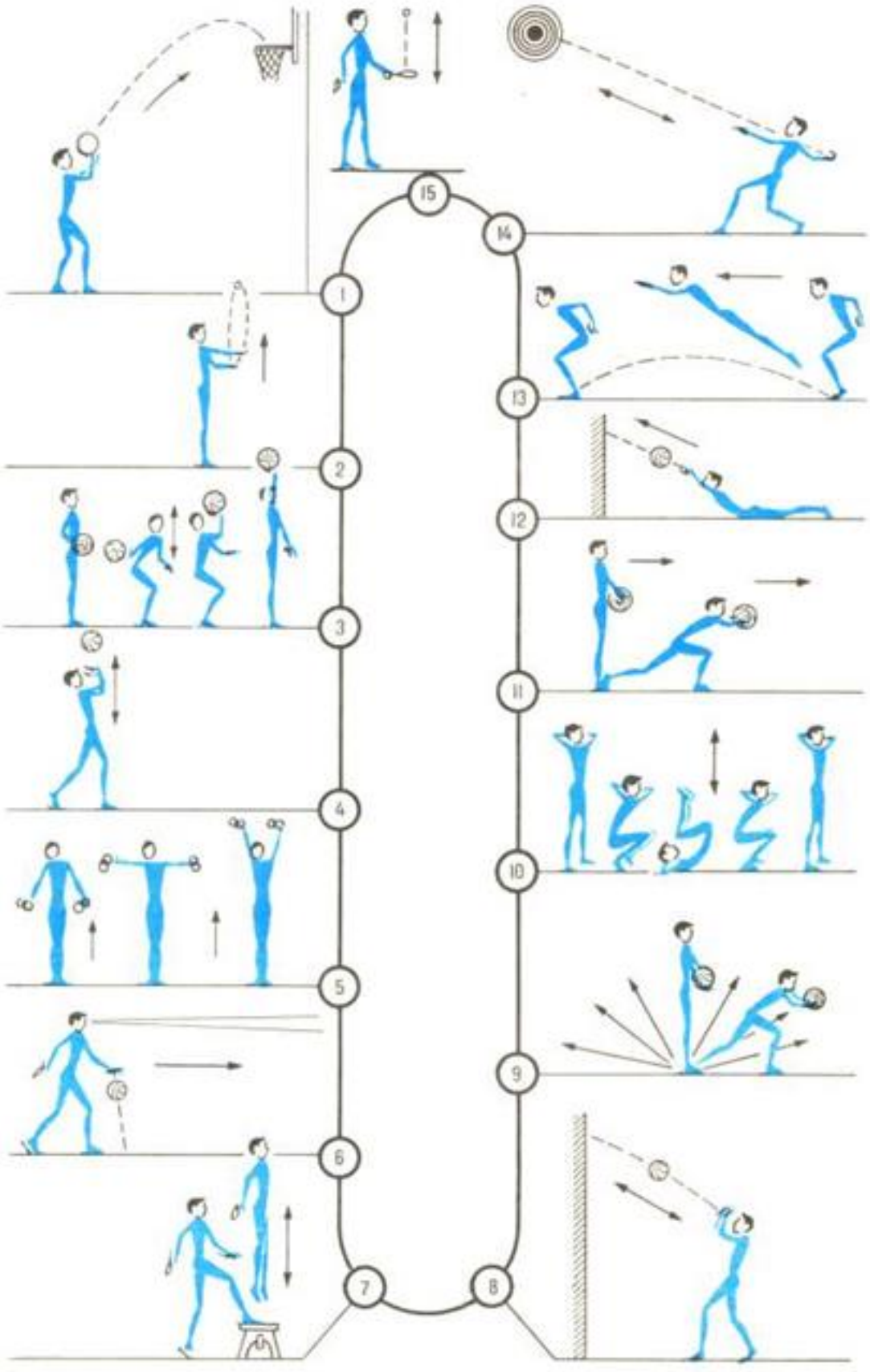


Рис. 3.3. Комплекс специальных физических упражнений
для работников интеллектуального вида труда

Таблица 3.1

Направленность комплексов физических упражнений профилактического воздействия на самостоятельных и групповых занятиях
(с использованием материалов Н. А. Мусаелова, Л. Н. Нифонтовой)

Негативные факторы профессионального труда	Направленность занятий и подбора упражнений
Тяжелый физический труд	Профилактика перенапряжения мышечного аппарата и отрицательного влияния на опорно-двигательный аппарат
Гипокинезия и гиподинамия	Развитие выносливости, силы, подвижности суставов, координации движений, ловкости
Неудобная или однообразная рабочая поза	Коррекция осанки, ликвидация застойных явлений в области малого таза и нижних конечностей, профилактика шейных остеохондрозов и пояснично-крестцовых радикулитов
Повышенная загруженность мышц кисти и предплечья	Профилактика перенапряжения мышц и нервно- мышечных заболеваний рук
Монотонность	Двигательная перемена деятельности, повышенная эмоциональность занятий
Повышенная нервно-эмоциональная напряженность	Снятие нервной напряженности, стабилизация работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, расслабление
Неблагоприятные санитарно-гигиенические условия	Улучшение функции дыхания в благоприятных условиях, повышение устойчивости к высоким, низким температурам и к их перепадам

Дополнительная физическая нагрузка очень важна для представителей малоподвижных видов труда (оптимальный расход энергии на мышечную работу составляет 1300–2200 ккал в сутки). Кроме того, как отмечают психологи, за время пешего передвижения у человека снижается нервно-эмоциональное напряжение. Это особенно важно при возвращении домой после напряженного дня.

Чтобы активизировать работу крупных мышечных групп, имеющих недостаточную нагрузку, необходимо подниматься по лестничным маршам, эскалаторам метро. При подъеме по лестнице затрачивается значительно больше энергии, чем при ходьбе по ровной местности. Поднимаясь по обычной лестнице в среднем темпе, человек расходует 0,012 ккал/кг на 1 м подъема. Затраты энергии при спуске составляют одну треть затрат при подъеме. Поэтому следует взять за правило не пользоваться без особой нужды лифтом при подъеме хотя бы до четвертого этажа. Получить дополнительную физическую нагрузку помогают разнообразные бытовые и хозяйственные работы: уборка квартиры, мытье пола, работа на приусадебном участке и в личном хозяйстве. Все эти виды труда приравниваются к физическому труду умеренной тяжести.

Почти в любых условиях можно делать изометрические упражнения на отдельные группы мышц, совершенно не заметные для окружающих. Олимпийский чемпион доктор медицинских наук профессор А. Н. Воробьев в этой связи указывал: «Тренирует мышцы любая физическая нагрузка. Скажем, когда мне приходится ехать в поезде дальнего следования, делаю так называемые изометрические упражнения — с их помощью можно дать нагрузку на любую мышцу. В дополнение — приседания, отжимания».

Физкультурно-спортивные занятия для активного отдыха и повышения функциональных возможностей. Эти занятия предприятие или учреждения могут организовать для своих сотрудников. Место могут выбрать сами занимающиеся. Занятия проводятся с целью активного отдыха, общего оздоровления, повышения функциональных возможностей отдельных систем организма в следующих формах:

группы здоровья;

группы общей физической подготовки;

спортивные секции по видам спорта;

самостоятельные физкультурные занятия и спортивная тренировка в индивидуальных видах спорта.

Группы здоровья. Цель занятий — укрепить защитные свойства организма к внешним факторам и условиям производства (профессиональной деятельности), повысить уровень общей подготовленности. В этих группах, как правило, занимаются мужчины от 40 и женщины от 35 лет, имеющие некоторые отклонения в состоянии здоровья. Методика проведения занятий требует строго дозировать физическую нагрузку с учетом индивидуальных особенностей состояния здоровья каждого занимающегося.

Группы общей физической подготовки (ОФП). Занятия в группах ОФП проводятся, чтобы обеспечить общую физическую подготовленность, обучить некоторым спортивным упражнениям, развить физические качества, необходимые для того или другого вида спорта, что позволяет в дальнейшем продолжить занятия в одной из спортивных секций.

Группы ОФП комплектуются главным образом из молодежи и людей среднего возраста (мужчины до 40, женщины до 35 лет). Занятия включают самые разнообразные упражнения и элементы из различных видов спорта. Широко используются спортивные игры.

Занятия в спортивных секциях. Они организуются для людей молодого и среднего возраста. Выбор вида спорта зависит от особенностей контингента работающих и конкретной деятельности учреждения или предприятия. Занятия проводятся по общепринятой методике спортивной подготовки и предполагают участие в соревнованиях.

Различные профессиональные группы избирают различные виды спорта и физические упражнения. Условия труда и быта, характер профессиональной деятельности и ряд других факторов накладывают свой отпечаток на особенности активного отдыха человека.

Самостоятельные физкультурные занятия и спортивная тренировка. Когда условия жизни не позволяют человеку заниматься в организованных группах и коллективах, он может делать это самостоятельно, в индивидуальном порядке. Желательно заниматься физкультурой, проконсультировавшись с врачом врачебно-физкультурного диспансера, с методистом-тренером или используя полученный ранее опыт занятий в учебных заведениях, армии или в спортивных секциях. Приобрести необходимые методические знания можно, изучая специальную литературу по методике физкультурных занятий и спортивной подготовке. Как правило, индивидуальной спортивной подготовкой занимаются лица, имеющие многолетний опыт спортивной тренировки.

6.6. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры

Статистически доказано, что здоровый, физически подготовленный человек меньше подвержен случайным и профессиональным травмам в силу хорошей реакции, достаточных скоростно-силовых возможностей. У него более высокая устойчивость против заболеваний, проникающей радиации.

Основная задача физических упражнений профилактической направленности — повысить устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов труда. К ним относятся: перенапряжение, возникающее при тяжелом физическом труде; гипокинезия — ограничение количества и объема движений; монотония, связанная с выполнением одинаковых операций, с непрерывной концентрацией внимания (именно в этом состоянии, подобном полудреме, увеличивается вероятность травматизма); рабочая поза, которая становится причиной целого ряда неблагоприятных отклонений (заболевание органов малого таза, кифозы, сколиозы, ослабление мышц живота и др.); повышенная нервно-эмоциональная напряженность труда, вибрация и укачивание, неблагоприятные санитарно-гигиенические условия (запыленность, загазованность, плохое освещение).

Чтобы снизить эти неблагоприятные воздействия, в свободное время проводится так называемая профилактическая гимнастика. Это комплекс упражнений, подобранных для профилактики неблагоприятных влияний в процессе труда и снижения профессионального травматизма. Количество упражнений, темп их выполнения, продолжительность комплекса в каждом отдельном случае различные.

Лекция 7

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

7.1. Определение понятия профессионально-прикладной физической подготовки

Принцип органической связи физического воспитания с практикой трудовой деятельности наиболее конкретно воплощается в профессионально-прикладной физической подготовке (ППФП).

Современный труд приводит к перегрузкам одних функциональных систем организма и недогрузкам других, что неблагоприятно сказывается на общей дееспособности человека.

Чтобы корректировать эти психофизиологические «перекосы», проводятся мероприятия в системе организации труда, в числе которых и направленное применение специально подобранных физических упражнений. Использование средств физической культуры и спорта в целях поддержания и повышения общей и профессиональной дееспособности человека в теории и практике физической культуры получило название профессионально-прикладная физическая подготовка.

Профессионально-прикладная физическая подготовка — это специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности.

Основное назначение ППФП — направленное развитие и поддержание на оптимальном уровне тех психических и физических качеств человека, к которым предъявляет повышенные требования конкретная профессиональная деятельность, а также выработка функциональной устойчивости организма к условиям этой деятельности и формирование прикладных двигательных умений и навыков.

Каждая профессия предъявляет к человеку специфические требования и часто очень высокие к его физическим и психическим качествам, прикладным навыкам. В связи с этим возникает необходимость профилирования процесса физического воспитания при подготовке студентов к трудовой деятельности, сочетания общей физической подготовки со специализированной — профессионально-прикладной физической подготовкой.

Геодезисту, геологу необходимо умение ориентироваться на местности. Он должен уметь подготовить ночлег, приготовить пищу в походных условиях. Правильная переправа через реку или поведение в горах, тайге — жизненно необходимые навыки. Занятия туризмом для таких специальностей будут подготовкой к профессиональной деятельности.

Чтобы реализоваться в профессиональной деятельности, работникам ряда инженерно-технических специальностей (инженер-радиоэлектронщик, инженер-механик и др.), нужно обладать целым рядом физических качеств. От них требуется умение дозировать небольшие по величине силовые напряжения при пользовании различными ручными и ножными органами управления (кнопками, рукоятками, рычагами, педалями), при работе с персональным компьютером, дисплейной техникой, осциллографом и т. д. Работа представителей умственного вида труда (экономисты, дизайнеры, конструкторы, юристы) часто характеризуется гиподинамией, длительным пребыванием в вынужденной позе (сидя, стоя) во время проектных работ, операторской деятельности. Все это говорит о необходимости развития статической выносливости мышц туловища, спины, испытывающих наибольшие напряжения во время малоподвижной работы.

Профессиональная деятельность ряда современных инженерно-технических специальностей часто содержит операции, связанные с манипулированием небольшими предметами, инструментами. Они должны иметь способность выполнять быстрые, точные и экономные движения, обладать ловкостью и координацией движений рук, пальцев.

В профессиях инженера, менеджера, преподавателя, ученого важную роль играют психические качества. При напряженной умственной деятельности особенно необходимо внимание: способность одновременно воспринимать несколько объектов (объем внимания), выполнять несколько действий (распределение внимания), быстро переносить внимание с объекта на объект (концентрация внимания). Кроме того, требуются: оперативное мышление, оперативная и долговременная память, нервно-эмоциональная устойчивость, выдержка, самообладание.

Таким образом, профессиональная деятельность современных специалистов предъявляет к ним довольно жесткие требования, в том числе к физическим и психическим качествам и способностям. В процессе общей физической подготовки практически невозможно сформировать такой уровень психофизической подготовленности, который обеспечил бы высокопроизводительную профессиональную деятельность. Во многих случаях необходимы специальные занятия физическими упражнениями и спортом, то есть профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП).

В период подготовки к профессиональной деятельности, то есть во время учебы в вузе, необходимо создать психофизические предпосылки и готовность студента:

к ускорению профессионального обучения;

достижению высокопроизводительного труда в избранной профессии;

предупреждению профессиональных заболеваний и травматизма, обеспечению профессионального долголетия;

использованию средств физической культуры и спорта для активного отдыха и восстановления общей и профессиональной работоспособности в рабочее и свободное время;

выполнению служебных и общественных функций по внедрению физической культуры и спорта в профессиональном коллективе.

7.2. Задачи ППФП

Конкретные задачи ППФП студентов определяются особенностями их будущей профессиональной деятельности и состоят в том, чтобы:

формировать необходимые прикладные знания;

осваивать прикладные умения и навыки;

воспитывать прикладные психофизические качества;

воспитывать прикладные специальные качества.

Прикладные знания связаны с будущей профессиональной деятельностью. Студент получает прикладные знания на лекциях по учебной дисциплине «Физическая культура», во время бесед и методических установок на учебно-тренировочных занятиях, путем самостоятельного изучения литературы.

Прикладные умения и навыки обеспечивают безопасность в быту и при выполнении профессиональных видов работ. Они формируются в процессе активных занятий физической культурой и спортом. Особая роль в этом принадлежит прикладным видам спорта: туризму, автомотоспорту, водным видам спорта и др.

Прикладные физические качества — быстрота, сила, выносливость, гибкость и ловкость — необходимы во многих видах профессиональной деятельности. Одни виды труда предъявляют повышенные требования к общей выносливости, другие — быстроте или ловкости, третьи — к силе отдельных групп мышц и т. п. Заблаговременное акцентированное формирование нужных прикладных физических качеств в процессе физического воспитания до профессионально требуемого уровня и является одной из задач ППФП.

Прикладные психические качества и свойства личности, необходимые будущему специалисту, могут формироваться и на учебно-тренировочных занятиях, и самостоятельно. На учебных занятиях по физической культуре, спортивной тренировке, при регулярных самостоятельных занятиях физическими упражнениями могут быть созданы также условия, при которых проявляются такие волевые качества, как настойчивость, решительность, смелость, выдержка, самообладание, самодисциплина.

Многие спортивные и особенно игровые моменты могут моделировать возможные жизненные ситуации в производственном коллективе при выполнении профессиональных видов работ. Воспитанная в спортивной деятельности привычка соблюдать установленные нормы и правила поведения (чувство коллективизма, выдержка, уважение к соперникам, трудолюбие, самодисцип-

лина) переносятся в повседневную жизнь, в профессиональную деятельность. Сознательное преодоление трудностей в процессе регулярных занятий физической культурой и спортом, борьба с нарастающим утомлением, ощущениями боли и страха воспитывают волю, самодисциплину, уверенность в себе.

Прикладные специальные качества — это способность организма противостоять специфическим воздействиям внешней среды: холода и жары, укачивания в автомобиле, на море, в воздухе, гипоксии. Такие способности можно развивать путем закаливания, дозированной тепловой тренировки, специальными упражнениями, воздействующими на вестибулярный аппарат (кувырки, вращения в различных плоскостях), укреплением мышц брюшного пресса, упражнениями на выносливость, при которых возникает двигательная гипоксия и т. д.

Формировать специальные качества можно в процессе ППФП не только с помощью специально подобранных упражнений, но и при регулярных занятиях соответствующими прикладными видами спорта. Следует иметь в виду и особенности так называемой неспецифической адаптации человека. Установлено, что хорошо физически развитый и тренированный человек быстрее акклиматизируется в новой местности, легче переносит действие низкой и высокой температуры, более устойчив к инфекциям, проникающей радиации и т. д.

7.3. Основные факторы, определяющие содержание ППФП

В различных сферах профессионального труда в настоящее время насчитывается несколько тысяч профессий, а специальностей — десятки тысяч.

Лишь сравнительно немногие из современных профессий требуют предельной или близкой к ней мобилизации физических способностей в процессе самой трудовой деятельности. В большинстве же видов профессионального труда, даже физического, требования к физическим возможностям далеко не максимальны.

Чтобы успешно подготовить себя к профессиональной деятельности, необходимо знать основные факторы, определяющие конкретное содержание ППФП (профессиограмму):

формы (виды) труда специалистов данного профиля;

условия и характер труда;

режим труда и отдыха;

особенности динамики работоспособности специалистов в процессе труда и специфика их профессионального утомления и заболеваемости.

Формы труда. Основные формы труда — физический и умственный. Это разделение несколько условно, но необходимо, так как с его помощью легче изучать динамику работоспособности специалиста в течение рабочего дня. Кроме того, подобное разделение обеспечивает более эффективный подбор средств физической культуры и спорта в целях подготовки студента

к предстоящей профессиональной деятельности. Например, для умственного труда важны различные качества внимания. Устойчивость в проявлении внимания развивают легкоатлетические упражнения (бег 15–20 м за указанное время, эстафеты, кроссовый бег по пересеченной местности и др.); спортивные игры; лыжная подготовка (спуски с гор с различными видами торможений, преодоление неровностей, ориентирование).

Условия труда — продолжительность рабочего времени, комфортность производственной сферы (температура, вибрация, шум, загрязненность и т. п.) Правильно подобранные средства ППФП в процессе физического воспитания способствуют повышению резистентности организма по отношению к неблагоприятным производственным факторам, содействуют увеличению адаптационных возможностей организма молодого специалиста. Выносливость и устойчивость к высокой температуре достигаются с помощью физических упражнений, сопровождающихся значительным теплообразованием: бег на 500, 1000 и 3000 м, интенсивное передвижение на лыжах, игра в футбол, баскетбол. Выносливость и устойчивость к низкой температуре обеспечивается с помощью физических упражнений, выполняемых в условиях низкой температуры в облегченной одежде, закаливание холодным воздухом и водой.

Характер труда — особенности двигательных рабочих операций, при характеристике которых имеют в виду главным образом:

тип движений (поднимающие, опускающие, вращательные, ударные и пр.);

амплитуду движений (малая, средняя, большая);

силовые характеристики движения (статическая, динамическая нагрузка, величина усилий);

особенности координации движений.

Так, например, при работе операторов на пультах управления довольно часто движения выполняются с очень малой амплитудой — меньше 2 см; при кнопочном управлении перемещение кнопки составляет от 2 до 12 мм с силой нажатия от 200 до 1600 г. Таким образом, двигательные действия оператора характеризуются микродвижениями, высокими требованиями к быстроте двигательной реакции, точности движения, при постоянном напряжении внимания.

Режим труда и отдыха. Рациональным режимом труда и отдыха на любом предприятии считается такой режим, который оптимально сочетает эффективность труда, индивидуальную производительность, работоспособность и здоровье трудящихся.

При разработке соответствующих разделов ППФП необходимо знать и учитывать организационную структуру и особенности производственного процесса, а также проводить совместный анализ рабочего и нерабочего времени, поскольку между основным трудом и деятельностью человека в свободное время существует объективная связь.

7.4. Средства ППФП студентов

Было бы ошибкой считать, что адекватными средствами ППФП могут служить только упражнения, аналогичные по форме профессиональным трудовым действиям. Современная ППФП опирается на использование упражнений, позволяющих направленно мобилизовать именно те профессионально важные функциональные свойства организма, двигательные и сопряжённые с ними способности, от которых существенно зависит результативность профессиональной деятельности.

Средства ППФП студента специфичны и достаточно разнообразны. К ним следует отнести:

прикладные физические упражнения и отдельные элементы различных видов спорта;

прикладные виды спорта (их целостное применение);

оздоровительные силы природы и гигиенические факторы;

вспомогательные средства, обеспечивающие качество учебного процесса ППФП.

Прикладные физические упражнения — упражнения, посредством которых вырабатывают двигательные умения и навыки, находящие применение в условиях профессиональной деятельности или в экстремальных ситуациях.

Для направленного воздействия на вестибулярные функции и воспитания способности поддерживать равновесие в усложненных условиях (инженер-строитель, инженер электрических сетей) применяют упражнения на повышенной (пониженной) опоре, малоустойчивой платформе, батуте, упражнения в равновесии, в лазании по вертикальной, наклонной и горизонтальной лестнице (рис. 4.1); для повышения устойчивости организма к кислородному голоданию (подводник, водолаз) — серийные скоростные упражнения в беге, плавании, нырянии, специальные упражнения с задержкой дыхания; для устойчивости к перегреванию (инженер-литейщик) — продолжительный бег в плотной одежде или в жаркую погоду, марш-броски и т. п.

При подготовке к ряду профессий довольно широко применяются естественные движения (ходьба, бег, прыжки, метания, лазание, передвижения на лыжах и т. д.). Это обусловлено тем, что в некоторых видах трудовой деятельности (геолог, монтажник, моряк и др.) совершенные навыки в естественных движениях имеют непосредственно прикладное значение. Углубленное овладение ими является непременным условием эффективной профессиональной деятельности.

Прикладные виды спорта. Каждый вид спорта способствует совершенствованию определённых физических и психических качеств. И если эти качества, умения и навыки, осваиваемые в ходе спортивного совершенствования, совпадают с профессиональными, то такие виды спорта считаются профессионально-прикладными.

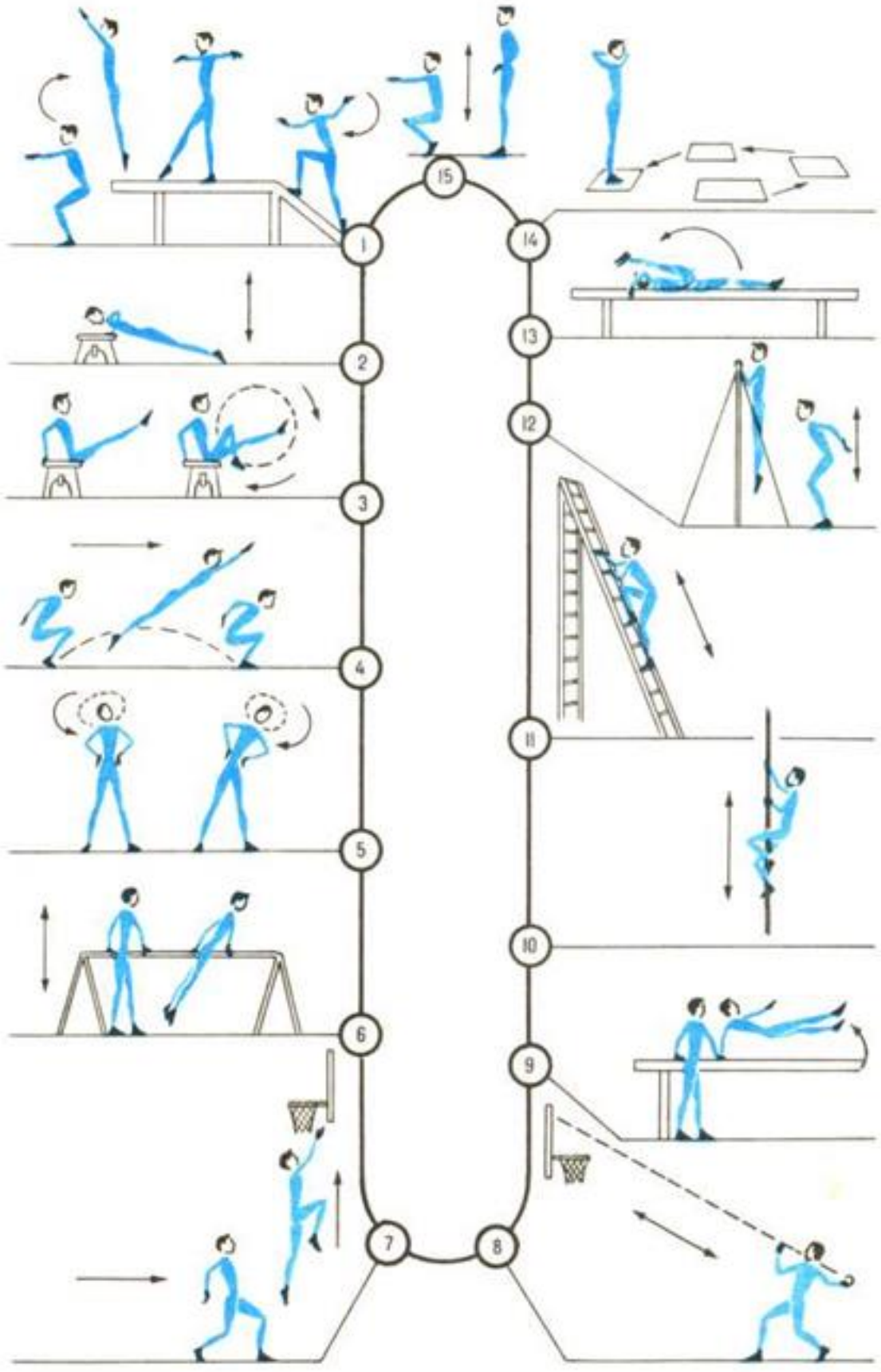


Рис. 4.1. Комплекс прикладных физических упражнений инженера-строителя

Немаловажен и опосредованный прикладной опыт занятий отдельными видами спорта. Применение средств физической культуры и спорта в профессиональной деятельности основывается на явлении «переноса» тренированности. И хотя упражнения, используемые ППФП, не копируют профессиональные движения, однако создают необходимую почву для успешного овладения профессиональными навыками. Так, например, некоторые категории инженерно-технических специальностей (инженер-строитель, инженер-механик) сталкиваются в своей профессиональной деятельности с подъемом и перемещением различных видов грузов. Знание основ техники поднятия тяжестей, приобретенных в процессе занятий силовыми видами спорта, в профессиональной деятельности будут иметь прикладную направленность и способствовать соблюдению правил безопасности. Инженер-строитель, ранее занимавшийся тяжелой атлетикой, никогда не станет тянуть вес вверх путём разгибания спины, что часто наблюдается в быту, так как при этом создаётся колоссальная нагрузка на межпозвоночные диски. Правильный подъём веса всегда начинают с активного разгибания ног, путём напряжения крупной передней группы мышц бедра (рис. 4.2).

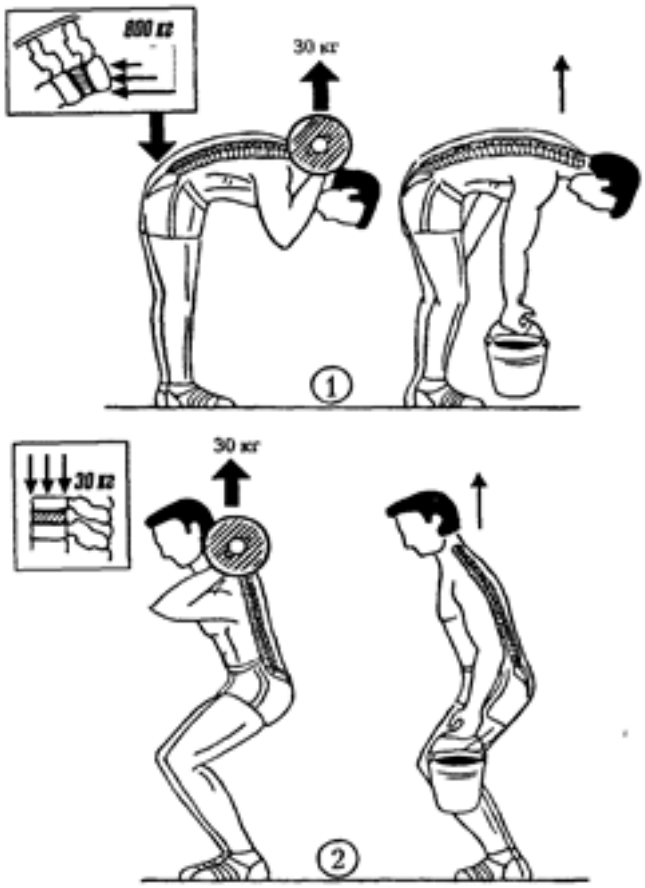


Рис. 4.2. Воздействие на межпозвоночные диски груза, поднимаемого различными способами (по Р. Хедману): 1 — неправильно; 2 — правильно

Для ряда профессий существуют специальные прикладные виды спорта. Для пожарных — это пожарно-прикладной спорт, содержание которого составляют наиболее важные навыки и качества, необходимые при борьбе с огнем: быстрое приведение средств пожаротушения в рабочее состояние; преодоление высоких стен, оконных проемов, лестничных маршей: имитация спасательных операций на большой высоте; пребывание в задымленном или загазованном помещении в условиях ограниченной видимости и другие упражнения.

Для водолазов, гидрологов, исследователей морских глубин прикладным видом спорта является подводный спорт — погружение на заданную глубину, размещение, поиск предметов, подъем различных предметов из воды.

Элементы состязательности, сопряжённые с повышенными физическими и психическими нагрузками, позволяют широко использовать спорт в процессе совершенствования профессионально-прикладной физической подготовки студентов. Однако занятия прикладными видами спорта не единственный метод решения всего комплекса вопросов ППФП студентов из-за недостаточной избирательности и неполного охвата задач подготовки будущего специалиста к любой конкретной профессии.

Оздоровительные силы природы и гигиенические факторы – обязательные средства ППФП студентов, особенно для воспитания специальных прикладных качеств, обеспечивающих продуктивную работу в различных географо-климатических условиях. С помощью специально организованных занятий можно достичь повышенной стойкости организма к холоду, жаре, солнечной радиации, резким колебаниям температуры воздуха. Это обучение приёмам закаливания организма и выполнения гигиенических мероприятий, а также мероприятия по ускорению восстановительных процессов в организме (специальные водные процедуры, различные бани и др.)

Вспомогательные средства ППФП, обеспечивающие её эффективность, — это различные тренажёры, специальные технические приспособления, с помощью которых можно моделировать отдельные условия и характер будущего профессионального труда.

7.5. Организация и формы ППФП в вузе

Организация ППФП студентов в высших учебных заведениях предполагает использование специализированной подготовки в учебное и свободное время.

Для расширения психофизической подготовки с профессиональной направленностью в основном учебном отделении могут быть организованы специализированные учебные группы по ППФП, а в спортивном — учебные группы по прикладным видам спорта.

Студенты, занимающиеся в специальном учебном отделении, осваивают те элементы, которые доступны им по состоянию здоровья.

ППФП студентов на учебных занятиях проводится в форме теоретических и практических занятий.

Цель теоретических занятий — дать будущим специалистам прикладные знания, которые бы обеспечили сознательное и методически правильное использование средств физической культуры и спорта для подготовки к профессиональным видам труда. Учебный материал должен быть рассчитан не только на подготовку студента в личном плане, но и на его подготовку как будущего руководителя производственного или творческого коллектива. Для этого можно использовать теоретические и методико-практические, а также учебно-тренировочные занятия. Вопросы ППФП, связанные с техникой безопасности, целесообразнее объяснять именно во время практических занятий.

ППФП во внеучебное время необходима студентам, имеющим недостаточную общую и специальную физическую подготовленность. Формы ППФП в свободное время:

секционные занятия в вузе по прикладным видам спорта под руководством преподавателя-тренера;

самостоятельные занятия прикладными видами спорта в различных спортивных группах вне вуза (в туристических клубах и т. д.);

самостоятельное выполнение студентами заданий преподавателей кафедры физического воспитания.

Одна из форм ППФП — массовые оздоровительно-физкультурные и спортивные мероприятия, например, внутривузовские соревнования между учебными группами, курсами, факультетами.

Лекция 8

ОСНОВЫ ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ. СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА

8.1. Понятия общей и специальной физической подготовки

Физическая подготовка — это педагогический процесс, направленный на воспитание физических качеств и развитие функциональных возможностей, создающих благоприятные условия обеспечения жизнедеятельности человека. Понятием «физическая подготовка» пользуются тогда, когда необходимо подчеркнуть прикладную направленность физического воспитания по отношению к трудовой, военной, спортивной и иной деятельностью. Различают общую физическую подготовку (ОФП) и специальную физическую подготовку (СФП).

Общая физическая подготовка (ОФП) — это процесс совершенствования двигательных физических качеств, направленных на всестороннее и гармоничное физическое развитие человека. ОФП способствует повышению функциональных возможностей, общей работоспособности, является основой (базой) для специальной подготовки и достижения высоких результатов в выбранной сфере деятельности или виде спорта. Средствами ОФП являются физические упражнения (бег, плавание, спортивные и подвижные игры, лыжный спорт, велоезда, упражнения с отягощениями и др.), оздоровительные силы природы и гигиенические факторы. С общей физической подготовкой связано достижение физического совершенства — уровня здоровья и всестороннего развития физических способностей, соответствующих спортивной, военной, профессиональной и иной деятельности.

Необходимость широкого разнообразия средств ОФП определяется тем, что в сферу занятий физическими упражнениями с общеподготовительной направленностью вовлекаются практически все слои населения — от младенческого до пожилого возраста.

Задачами ОФП являются: 1) укрепление и сохранение здоровья, совершенствование телосложения, гармоническое физическое развитие, поддержание общего уровня функциональных возможностей организма, многолетнее сохранение высокого уровня трудоспособности; 2) развитие всех основных физических качеств — силы, выносливости, гибкости, быстроты и ловкости; 3) создание базовой основы для специальной физической подготовленности к конкретным видам деятельности — трудовой, военной, бытовой и т. д.

Общая физическая подготовка — основная целевая задача педагогического процесса физического воспитания студенческой молодежи, ориентированной на укрепление здоровья, повышение общей работоспособности и эффективности учебного труда. Однако, следует помнить что даже достаточно высокая общефизическая подготовленность зачастую не может обеспечить

успеха в подготовке к конкретному виду профессии или виду спорта. В этих случаях необходима дополнительная специальная подготовка: в области спорта — специальная физическая подготовка, в профессиональной деятельности — профессионально-прикладная физическая подготовка.

Специальная физическая подготовка (СФП) характеризуется уровнем развития физических способностей, возможностей органов и функциональных систем, непосредственно определяющих достижения в избранном виде спорта.

8.2. Спортивная подготовка

Физическая подготовка (как общая, так и специальная) осуществляется в процессе спортивной тренировки.

Термин «спортивная тренировка» в значительной мере совпадает по своему содержанию с термином «подготовка спортсменов». Вместе с тем, их необходимо различать. Подготовка спортсмена — понятие более широкое.

Спортивная подготовка — это целесообразное использование знаний, средств, методов и условий, позволяющее направленно воздействовать на развитие спортсмена и обеспечивать необходимую степень его готовности к спортивным достижениям. Спортивная подготовка включает физическую, техническую, тактическую, психическую стороны подготовки спортсмена.

Спортивная тренировка — это та часть подготовки спортсмена, которая построена на основе метода упражнения. Например, если спортсмен выполняет какие-либо физические упражнения, то это значит, что в ходе подготовки осуществляется спортивная тренировка. Если же он изучает особенности соревновательной деятельности соперников путем просмотра видеозаписей, то в этом случае подготовка проводится, а тренировка — нет. Положительный эффект тренировки должен выражаться в повышенном уровне функциональных возможностей организма спортсмена, общей и специальной работоспособности. Функциональное состояние спортсмена, его тренированность — главный объект управления в процессе спортивной тренировки. В свою очередь, система подготовки спортсмена включает такие процессы как: соревнование, спортивную тренировку, материальное и информационное обеспечение условий подготовки.

В тренировочной, и особенно в соревновательной деятельности, ни одна сторона из сторон спортивной подготовки не проявляется изолировано. Они объединяются в сложный многофункциональный процесс, направленный на достижение наивысших спортивных результатов.

Техническая подготовка — обучение технике действий, выполняемых в соревнованиях или служащих средствами тренировки. В процессе технической подготовки спортсмен овладевает техникой избранного вида спорта, осваивает соответствующие двигательные умения и навыки, доводя их до возможно высокой степени совершенства.

Тактическая подготовка спортсмена предполагает усвоение теоретических основ спортивной тактики, практическое освоение тактических приемов, их комбинации, вариантов, воспитание тактического мышления и других способностей, определяющих тактическое мастерство.

Психическая подготовка. Основным содержанием психической подготовки является воспитание волевых способностей: целеустремленности, решительности и смелости, настойчивости и упорства, выдержки и самообладания, самостоятельности и инициативности. Психическая подготовка осуществляется в процессе тренировок с постепенно возрастающими трудностями и в соревновательных условиях.

Физическая подготовка. Как уже указывалось выше, физическая подготовка разделяется на общую и специальную физическую подготовку. Каждый вид спорта предъявляет свои специфические требования к физической подготовленности спортсмена — уровню развития отдельных физических качеств, функциональных возможностей и телосложению. Поэтому имеются определенные различия в содержании и методики физической подготовки в том или ином виде спорта, у спортсменов различного возраста и квалификации. Соотношение ОФП и СФП в тренировочном процессе зависит от решаемых задач, возраста, квалификации и индивидуальных особенностей спортсмена, вида спорта, этапов и периодов тренировочного процесса. В процессе многолетней тренировки с ростом мастерства спортсмена, увеличивается удельный вес средств СФП и соответственно уменьшается объем средств ОФП. Эффективность тренировочного процесса можно определять по качеству таких понятий как: тренированность, подготовленность, спортивная форма.

Тренированность спортсмена характеризуется степенью функционального приспособления организма к предъявляемым тренировочным нагрузкам, формирующаяся в результате систематических физических упражнений и способствующая повышению работоспособности.

Тренированность подразделяется на общую и специальную.

Общая тренированность формируется под воздействием упражнений общеразвивающего характера, повышающих функциональные возможности организма.

Специальная тренированность приобретается вследствие выполнения конкретного вида мышечной деятельности в избранном виде спорта.

Тренированность всегда ориентирована на конкретный вид специализации спортсмена и выражается:

в повышении уровня функциональных возможностей его организма,

специфической и общей работоспособности,

в достигнутой степени совершенства спортивных умений и навыков.

Подготовленность — это комплексный результат физической, технической, тактической, психической подготовок спортсмена.

Спортивная форма — это высшая степень подготовленности спортсмена, характеризующаяся его способностью к одновременной реализации в со-

ревновательной деятельности различных сторон подготовки спортсмена (технической, физической, тактической, психической). Спортивная форма связана с проявлением комплексного восприятия соревновательной деятельности в избранном виде спорта: «чувство воды», «чувство льда», «чувство мяча» и т. д.

8.3. Средства спортивной подготовки

Основными специфическими средствами спортивной подготовки являются физические упражнения — соревновательные, специально подготовительные и общеподготовительные.

Соревновательные упражнения — это целостные двигательные действия (либо совокупность двигательных действий), которые являются средством соревновательной борьбы в избранном виде спорта и выполняются по возможности в соответствии с правилами соревнований по избранному виду спорта. Например, в тяжелой атлетике — отдельные упражнения двоеборья штангиста (рывок, толчок); в спортивном плавании — плавание определенных дистанций спортивными стилями (кроль на груди, баттерфляй, брасс, кроль на спине). Понятие «соревновательное упражнение» тождественно виду спорта.

Специально подготовительные упражнения — это упражнения, имеющие сходство с соревновательными упражнениями по структуре движения, ритмическим, временным и другим характеристикам. Например, для легкоатлета-бегуна это будет бег отрезков избранной дистанции; для игровиков — игровые действия и комбинации. Другим примером могут служить упражнения, приближенные по форме к соревновательному действию: у лыжников гонщиков — упражнения на лыжероллерах; у гимнастов — упражнения на батуте и т. д.

В зависимости от направленности тренировочных занятий, специально подготовительные упражнения подразделяются на подводящие (для освоения формы, техники движений) и развивающие (для развития силы, выносливости, гибкости и других физических качеств) упражнения. К числу специально подготовительных упражнений относятся и имитационные упражнения, которые максимально соответствует по координационной структуре характеру выполнения соревновательного упражнения.

Общеподготовительные упражнения являются преимущественно средствами общей подготовки спортсмена. С этой целью могут использоваться самые разнообразные общефизические упражнения, упражнения из смежных видов спорта.

Кроме тренировочных упражнений в спортивной тренировке широко используются естественно-оздоровительные средства: водные и воздушные процедуры, тренировочные занятия в различных погодных условиях, в условиях среднегорья и высокогорья. Они используются для повышения устойчи-

вости организма к влиянию охлаждения, согревания, недостатку кислорода, т. е. для закаливания и укрепления здоровья спортсмена.

8.4. Организация и структура отдельного тренировочного занятия

Исходным целостным звеном, объединяющим в определенном порядке элементы спортивной тренировки, является структура отдельного тренировочного занятия (урочного и неурочного характера). Отдельное тренировочное занятие имеет типичные части: подготовительную (получившую в спортивной практике название «разминки»), основную и заключительную. Содержание отдельного тренировочного занятия определяется направленностью решаемых двигательных задач. Для спортивной практики не типично множество основных задач, намеченных на отдельное занятие. Повышенная сложность требований спортивного совершенствования обязывает контролировать усилия в каждом отдельном занятии на относительно небольшом круге заданий. Нередко основное содержание тренировочного занятия может составлять всего один вид двигательной деятельности, например кроссовый бег. Подготовительная и заключительная части занятия в данном случае также строятся в значительной мере на содержании бега. При более разнообразном содержании занятий его структура усложняется, прежде всего, в основной части, где более сложным становится порядок сочетания различных упражнений, чередование нагрузок и отдыха. Тем не менее, структура тренировочного занятия в спорте, как правило, более монолитна, чем в других формах физического воспитания.

Подготовительная часть учебно-тренировочного занятия или разминка. Любая физическая тренировка должна начинаться с разминки. Это жесткое и необходимое условие методики проведения занятий, и оно вполне объяснимо. Физиологической предпосылкой, способствующей совершенствованию мышечной деятельности во время занятий физическими упражнениями, должна быть определенная степень возбудимости ЦНС, соматической и вегетативной нервных систем. Это состояние организма может быть достигнуто в первую очередь подготовительными, разминочными упражнениями.

Физиологический эффект разминки объясняется тем, что вегетативные органы и системы человека обладают определенной инертностью и не сразу начинают действовать на том функциональном уровне, который требуется для качественного обеспечения двигательной деятельности.

Сущность разминки заключается в повышении подвижности вегетативных органов и систем человека и возбудимости нервных процессов. Предварительная мышечная работа способствует ускорению физико-химических процессов обмена веществ, а именно в самой скелетной мускулатуре, что отражается на повышении внутренней температуры, облегчающей химические реакции.

В процессе разминки работоспособность повышается постепенно, примерно до уровня, необходимого в период основной работы. Другими словами, разминка решает задачу усиления деятельности организма и его отдельных систем для обеспечения вывода на необходимый уровень работоспособности. Она вызывает новую установку в работе внутренних органов, усиливает деятельность дыхательной системы, выражающуюся в изменении частоты и глубины дыхания, что, в свою очередь, ведет к увеличению легочной вентиляции и газообмена, повышает деятельность системы кровообращения, усиливает обмен веществ в мышцах опорно-двигательного аппарата. Все эти изменения ведут к плавному переходу организма от состояния покоя к готовности перенести определенную физическую нагрузку.

Кроме того, грамотно проведенная разминка дает еще один положительный результат: снижается риск травматизма во время выполнения основной физической нагрузки. Разминка сопровождается повышением температуры кожи и тела, а при этом уменьшается вязкость мышц, т. е. их внутреннее трение, повышается эластичность связок и сухожилий, что и является положительным фактором для предотвращения травм. Помимо этого во время разминки достигается оптимальный уровень возбудимости именно тех центральных и периферических систем и звеньев двигательного аппарата, которые необходимы для выполнения предстоящего упражнения.

Возникает закономерный вопрос: как правильно построить вводную часть тренировочного занятия или предстартовую разминку к соревнованиям?

Большинство исследований по вопросам разминки и практический опыт тренеров говорят о том, что разминка должна состоять из двух взаимосвязанных частей — общей и специальной.

Задача первой части разминки — повысить функциональные возможности организма в целом на более высокий уровень работоспособности. При этом происходит своего рода «разогревание» организма. Поэтому она может быть почти схожей во всех видах спорта и состоять из ходьбы, медленного бега, комплекса общеразвивающих упражнений. Оптимальное время циклической части разминки 10–15 мин. Гимнастические движения должны быть составлены в виде комплекса последовательно выполняемых упражнений разной направленности.

Физиологически обоснованной является последовательность всевозможных движений, начиная с верхних частей тела и заканчивая нижними:

1. Наклоны, повороты, круговые движения головы.

2. Сгибание и разгибание, круговые движения, последовательно выполняемые кистями рук, локтевыми и плечевыми суставами.

3. Наклоны, повороты, круговые движения туловища.

4. Маховые движения ногами, приседания, выпады.

Каждое упражнение следует начинать в медленном темпе и с небольшой амплитудой движений с постепенным ее увеличением. После такого, либо подобного комплекса, можно приступать к специальной части разминки.

Специальная часть разминки должна быть тесно связана со специализацией избранного вида спорта. Ее задача сводится к установлению наиболее оптимальных взаимоотношений между структурой предстоящего движения и деятельностью ЦНС. Здесь происходит основная «настройка» организма на предстоящую работу. Упражнения, используемые в специальной части разминки, по своему содержанию должны быть максимально приближены к основным тренировочным или соревновательным.

Основная часть учебно-тренировочного занятия обеспечивает решение задач по обучению техники двигательных действий и воспитанию физических и личностных качеств.

Учебно-тренировочные занятия, направленные на повышение уровня *физической подготовленности* строятся на основе использования разнообразных физических упражнений — общеразвивающих, спортивных, отражающих специфику избранного вида спорта, упражнений из других видов спорта. Используются различные методы тренировки: равномерный, повторный, интервальный, круговой, соревновательный и игровой. Объем и интенсивность применяемых общеразвивающих, специально-подготовительных, соревновательных упражнений; количество повторений, серий, характер и продолжительность отдыха подбираются с учетом пола, возраста, состояния здоровья, уровня подготовленности, психофизического состояния, условий мест занятий.

Учебно-тренировочные занятия, направленные на *техническую подготовленность*, отличаются не высокой моторной (двигательной) плотностью занятий. Содержанием таких занятий является отработка основ, деталей техники, разучивание новых движений, совершенствование техники ранее разученных двигательных действий.

В спортивной тренировке наиболее распространены *смешанные* (комплексные) учебно-тренировочные занятия, направленные на решение задач обучения технике, воспитания физических и личностных качеств, контроль за уровнем физической подготовленности.

Заключительная часть учебно-тренировочного занятия предназначена для постепенного снижения нагрузки и, соответственно, восстановления организма. В этих целях используют малоинтенсивный бег, ходьба, дыхательные упражнения и упражнения на растягивание и расслабление. Хорошо заканчивать тренировку водными процедурами.

8.5. Физические нагрузки и их дозирование

Основным фактором, определяющим степень воздействия мышечной деятельности на физическое развитие, является нагрузка физических упражнений.

Нагрузка физических упражнений (физическая нагрузка) — это определенная мера их влияния на организм занимающихся, а также степень преодо-

леваемых при этом субъективных и объективных трудностей. Два разных по уровню физической подготовленности студента, выполняя одинаковую мышечную работу, получат разную по величине нагрузку. То есть, нагрузка — это не сама работа, а ее следствие. Действием нагрузки является ответная реакция организма на выполненную работу. Одним из основных показателей соответствия нагрузки уровню подготовленности организма являются внешние признаки утомления (табл. 1).

Таблица 1

Внешние признаки утомления

Признаки	Степень утомления		
	легкая	значительная	очень большая
Цвет кожи лица и туловища	Небольшое покраснение	Значительное покраснение	Резкое покраснение, побледнение, синюшность губ
Потливость	Небольшая, чаще на лице	Большая, головы и туловища	Очень сильная, выступление соли
Дыхание	Учащенное ровное	Значительное учащение, периодически через рот	Резко учащенное, поверхностное, появление одышки
Движения	Не нарушены	Неуверенные	Покачивания, нарушения координации движений, дрожание конечностей — тремор
Внимание	Безошибочное	Неточность выполнения команд	Замедленное выполнение заданий
Самочувствие	Жалоб нет	Жалобы на усталость, сердцебиение, одышку и т. д.	Сильная усталость, боль в ногах, головокружение, шум в ушах, головная боль, тошнота и др.

Физические нагрузки в каждом конкретном случае должны быть оптимальными: недостаточные нагрузки — не эффективны, чрезмерные — наносят вред организму. Если нагрузка остается прежней и не изменяется, то ее воздействие становится привычным и перестает быть развивающим стимулом. Поэтому постепенное увеличение физической нагрузки является необходимым требованием занятий физическими упражнениями.

По своему характеру нагрузки подразделяются на тренировочные и соревновательные; по величине — умеренные, средние, высокие или предельные нагрузки; по направленности — способствующие совершенствованию отдельных физических качеств (скоростных, силовых, координационных и др.).

Тренировочные нагрузки характеризуются рядом физических и физиологических показателей. К физическим показателям нагрузки относятся количественные признаки выполняемой работы (амплитуда движений, количество повторений, темп выполнения, степень сложности упражнения и др.). Физиологические параметры характеризуют уровень мобилизации функциональных резервов организма (увеличение ЧСС, ударного объема крови, минутного объема).

Дозирование физической нагрузки, регулирование интенсивности их воздействия на организм связаны со следующими факторами, которые необходимы учитывать:

количество повторений упражнения: чем большее число раз повторяется упражнение, тем больше нагрузка, и наоборот;

амплитуда движений: с увеличением амплитуды нагрузка на организм возрастает;

исходное положение: положение, из которого выполняется упражнение, существенно влияет на степень физической нагрузки. К ним относятся: изменение формы и величины опорной поверхности при выполнении упражнений (стоя, сидя, лежа), применение исходных положений, изолирующих работу вспомогательных групп мышц (с помощью гимнастических снарядов и предметов), усиливающих нагрузку на основную мышечную группу и на весь организм, изменения положения центра тяжести тела по отношению к опоре;

темп выполнения упражнений: темп может быть медленным, средним, быстрым. В циклических упражнениях, например, большую нагрузку дает быстрый темп, в силовых — медленный темп;

продолжительность и характер пауз отдыха между упражнениями. Более продолжительный отдых способствует более полному восстановлению организма. По характеру паузы отдыха могут быть пассивными и активными. При активных паузах, когда выполняются легкие упражнения разгрузочного характера или упражнения в мышечном расслаблении, восстановительный эффект повышается.

Учитывая вышеперечисленные факторы, можно уменьшать или увеличивать суммарную физическую нагрузку в одном занятии и в серии занятий на продолжительном периоде времени.

Совокупность физических параметров нагрузки, их комбинации определяют в целом интенсивность и объем тренировочной нагрузки.

Наиболее информативным и широко используемым показателем интенсивности физических нагрузок является *частота сердечных сокращений.* В основе определения интенсивности тренировочной нагрузки по частоте сердечных сокращений лежит связь между ними — чем больше нагрузка, тем больше частота сердечных сокращений.

Относительная рабочая частота сердечных сокращений (%ЧСС$_{max}$) — это выраженное в процентах отношение частоты сердечных сокращений во время нагрузки и максимальной частоты сердечных сокращений для данного человека. Приближенно ЧСС$_{max}$ можно рассчитать по формуле:

ЧСС$_{max}$ = 220 – возраст человека (лет)

При определении интенсивности тренировочных нагрузок по частоте сердечных сокращений используются два показателя: пороговая и пиковая частота сердечных сокращений. Пороговая частота сердечных сокращений — это наименьшая интенсивность, ниже которой тренировочного эффекта не возникает. Пиковая частота сердечных сокращений — это наибольшая ин-

тенсивность, которая не должна быть превышена в результате тренировки. Примерные показатели частоты сердечных сокращений у здоровых людей, занимающихся спортом могут быть пороговая — 75 % и пиковая — 95 % от максимальной частоты сердечных сокращений. Чем ниже уровень физической подготовленности человека, тем ниже должна быть интенсивность тренировочной нагрузки.

Индивидуальные зоны интенсивности нагрузок определяются по частоте сердечных сокращений (рис. 1.1).

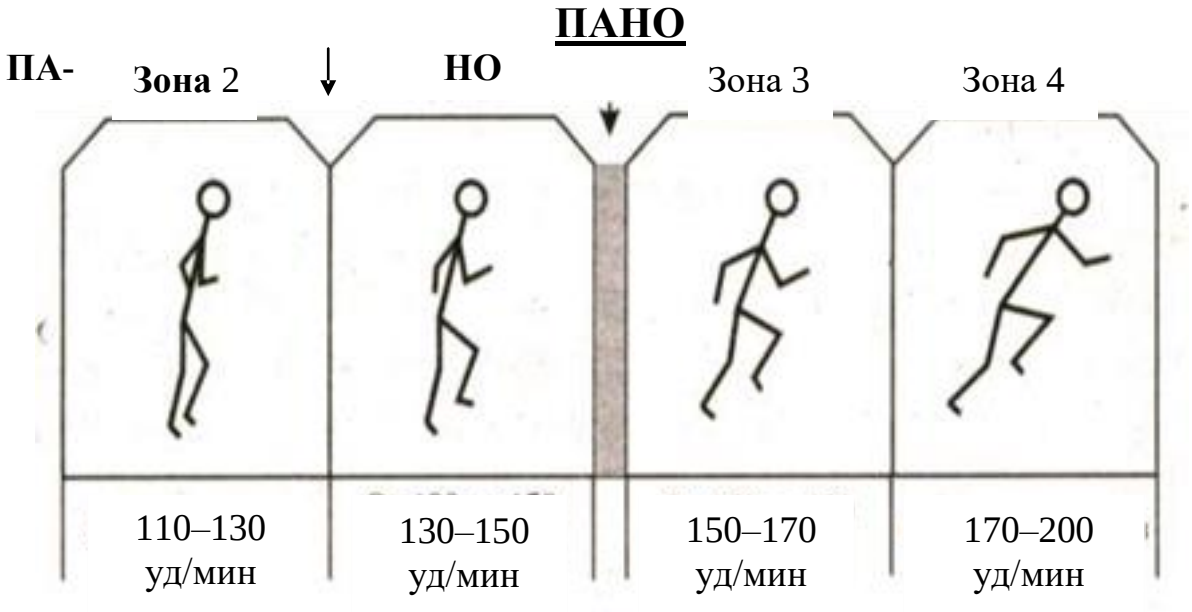


Рис. 1.1. Зоны интенсивности нагрузок по ЧСС:
1 — зона умеренной интенсивности; 2 — зона средней интенсивности; 3 — зона большой интенсивности; 4 — зона высокой или предельной интенсивности; ПАНО – порог анаэробного обмена

Первая зона — ЧСС 100–130 уд/мин, зона умеренной интенсивности нагрузок, характеризуется аэробным процессом энергетических превращений (без кислородного долга). Работа в этой зоне интенсивности считается легкой и может выполняться долго. Тренировочный эффект может обнаружиться лишь у слабо подготовленных студентов; начинающих заниматься; у лиц со слабым здоровьем, особенно имеющим сердечно-сосудистые и дыхательные заболевания. Спортсменами может применяться в целях разминки, для восстановления или активного отдыха.

Вторая зона — ЧСС 130–150 уд/мин, зона средней интенсивности нагрузок, характеризующаяся также аэробным процессом энергообеспечения мышечной деятельности. Она стимулирует восстановительные процессы, улучшает обменные процессы, совершенствует аэробные способности, развивает общую выносливость. Как тренировочная зона наиболее типична для начинающих спортсменов. Работа в этой зоне может выполняться от одного до

нескольких часов (длительный кроссовый бег, длительное непрерывное плавание, марафонские дистанции и др.).

Третья зона — ЧСС 150–170 уд/мин, зона большой интенсивности — смешанная, аэробно-анаробная. В этой зоне включаются анаэробные (бескислородные) механизмы энергообеспечения мышечной деятельности. Считается, что 150 уд/мин — это порог анаэробного обмена (ПАНО). Однако, у слабо подготовленных занимающихся ПАНО может наступить и при частоте сердечных сокращений 130–140 ударов в минуту, тогда как у хорошо тренированных спортсменов ПАНО может «отодвинуться» к границе 160–170 ударов в минуту. Тренировочная работа в этой зоне может проходить в зависимости от подготовленности от 10–15 минут до часа и более (в практике спорта высших достижений). Она содействует развитию и совершенствованию специальной выносливости, требующей высоких аэробных способностей.

Четвертая зона — 170–200 уд/мин, зона высокой или предельной интенсивности нагрузок, анаэробно-аэробная. В четвертой зоне совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения на фоне значительного кислородного долга. В связи с высокой интенсивностью нагрузки продолжительность ее короткая (от 3–5 до 30 мин).

В целом продолжительность занятий в той или иной зоне интенсивности нагрузок зависит от уровня подготовленности.

Лекция 9

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕБНОГО ТРУДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. СРЕДСТВА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

9.1. Психофизиологические характеристики интеллектуальной деятельности

Обучение в высшей школе — сложный и достаточно длительный процесс, имеющий ряд характерных особенностей и предъявляющий высокие требования к пластичности психики и физиологии молодых людей. Учебный процесс студентов — это умственный труд, к которому принято относить работы, связанные с приемом и переработкой информации и требующие преимущественно напряжения сенсорного аппарата, памяти, активации процессов мышления, эмоциональной сферы.

Для большинства современных профессий интеллектуальной деятельности характерны ускоренный темп, резкое увеличение объема и разнородности информации, дефицит времени для принятия решений, а также возрастание социальной значимости этих решений и личной ответственности. Характерной особенностью данного вида труда является сильное возбуждение головного мозга и вегетативной нервной системы и в то же время малое участие мышечной системы. В процессе умственного труда основная нагрузка приходится на центральную нервную систему, обеспечивающую протекание психических процессов — восприятия, внимания, памяти, мышления, эмоции.

Выявлено отрицательное воздействие на организм пребывания в «сидячей позе», характерной для умственного труда. В таком положении кровь скапливается в сосудах, расположенных ниже сердца. Уменьшается объем циркулирующей крови, что ухудшает кровоснабжение ряда органов, в том числе и мозга. Ухудшается венозное кровообращение. Когда мышцы не работают, вены переполняются кровью, движение ее замедляется, нарушается деятельность циркуляторного аппарата кровообращения. Все это приводит к функциональному напряжению, нарушению питания клеток головного мозга, снижению работоспособности и, в целом, может быть причиной возникновения заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем.

9.2. Работоспособность и влияние на нее различных факторов

Работоспособность — это способность человека выполнять конкретную деятельность в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. С одной стороны, она отражает возможности биологической природы человека, служит показателем его дееспособности, с другой — вы-

ражает его социальную сущность, являясь показателем успешности овладения требованиями какой-то конкретной деятельности.

В процессе учебной деятельности работоспособность студента определяется воздействием разнообразных внешних и внутренних факторов не только по отдельности, но и в их сочетании. Эти *факторы* можно разделить на следующие группы: 1) *физиологического* характера — состояние здоровья студента, состояние сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем; 2) *физического* характера — степень и характер освещенности помещения, температура воздуха, уровень шума и другие; 3) *психического* характера — самочувствие, настроение, мотивация и др.; 4) с*оциального* характера — условия мест занятий, условия проживания, питания и др.

Существуют общие закономерности изменения работоспособности на протяжении учебного дня, в начале которого студент не сразу «входит в учебу», когда даже самая привычная учебная деятельность выполняется с некоторым затруднением, а работоспособность повышается постепенно.

Первый период динамики работоспособности получил наименование периода *врабатывания*. В течение этого периода наблюдается некоторое рассогласование между учебными требованиями и функциональным состоянием организма студента. Чем рассогласование больше, тем длительнее период врабатывания.

Второй период — *оптимальной (устойчивой)* работоспособности — характеризуется полной мобилизацией (физиологической, психической, организационной) организма на выполнение учебной деятельности. Этот период в норме должен быть самым длительным.

Третий период — *полной компенсации* — характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые компенсируются волевыми усилиями или положительной мотивацией к выполнению учебных заданий.

Четвертый период — *неустойчивой компенсации* — характеризуется нарастанием утомления; волевые усилия уже не могут обеспечить поддержание работоспособности. Требуется отдых и восстановление.

Снижение работоспособности в результате учебной деятельности и закономерно наступающее утомление является нормальной реакцией человека. С физиологической точки зрения *утомление* — это функциональное состояние организма, вызванное умственной или физической работой. Состояние утомления усиливается во время работы и уменьшается в процессе отдыха (активного, пассивного и сна).

При утомлении деятельность внешних органов чувств или заметно повышается, или до крайности ослабевает; снижается сила памяти — быстро исчезает из памяти то, что незадолго до этого было усвоено. Наступление утомления не всегда обнаруживается в одновременном ослаблении всех сторон умственной деятельности. В связи с этим условно различают местное и общее утомление. Так, снижение эффективности в одном виде учебного труда может сопровождаться сохранением его эффективности в другом виде. На-

пример, устав заниматься вычислительными операциями, можно успешно заниматься чтением. Но может быть и такое состояние общего утомления, при котором необходим отдых, сон.

Процесс утомления может характеризоваться субъективным симптомом — усталостью. Ощущение усталости считается одним из наиболее чувствительных показателей утомления. Усталость характеризуется тяжестью в голове и конечностях, общей слабостью, разбитостью, вялостью и недомоганием.

Однако выраженность усталости не всегда соответствует степени утомления. То есть, она не может служить объективным показателем работоспособности. В основе этого несоответствия, в первую очередь, лежит разная эмоциональная настройка работающего на выполняемую работу. Например, при высокой мотивации работающего, выполняющего приятную и социально-значимую работу, усталость не возникает у него в течение длительного времени. И, наоборот, при бесцельной, неинтересной работе усталость может возникнуть, когда объективно утомление или вовсе еще не наступило, или выраженность его далеко не соответствует степени усталости.

Наряду с основным фактором (учебной нагрузкой), существует ряд дополнительных причин способствующих наступлению утомления. Эти причины сами по себе не вызывают утомление, однако, сочетаясь с действием основного фактора, вызывают более раннее и выраженное его проявление. К числу дополнительных причин можно отнести:

факторы внешней среды (температура, влажность, газовый состав, барометрическое давление и др.);

факторы, связанные с нарушением режимов труда и отдыха;

факторы, обусловленные изменением привычных суточных биоритмов, и выключение сенсорных раздражении;

социальные факторы, мотивация и др.

В определенной мере работоспособность в учебной деятельности зависит от свойств личности студента, особенностей нервной системы, темперамента. Высокая работоспособность обеспечивается только в том случае, если жизненный ритм молодого человека правильно согласуется с естественными биологическими ритмами. Чем точнее совпадает начало учебно-трудовой деятельности с подъемом жизненно важных функций организма, тем продуктивнее будет учебный труд.

Различают студентов с устойчивой стереотипностью изменения работоспособности. Студенты, отнесенные к «утреннему» типу, так называемые жаворонки. Для них характерно то, что они встают рано, с утра бодры, жизнерадостны, приподнятое настроение сохраняют в утренние и дневные часы. Наиболее работоспособны с 9 до 14 ч. Вечером их работоспособность заметно снижается. Студенты «вечернего» типа — «совы» — наиболее работоспособны с 18 до 24 ч. Они поздно ложатся спать, часто не высыпаются, нередко опаздывают на занятия; в первой половине дня заторможены. Очевидно, период снижения работоспособности студентов обоих типов целесообразно ис-

пользовать для отдыха, обеда, если же необходимо заниматься, то наименее трудными дисциплинами. Для «сов» целесообразно с 18 ч устраивать консультации и занятия по наиболее сложным разделам программы.

Наблюдения показали, что у студентов, которые по оптимуму работоспособности относятся к группе утренних, в 1,5 раза чаще возникает гипертония, чем в группе вечерних. Объясняется это тем, что у «жаворонков» утром организм быстрее и активнее перестраивается с отдыха на работу — уже в 6 ч у этих студентов больше выбрасывается в кровь адреналина, норадреналина, которые поднимают артериальное давление. У студентов вечерней группы внутренние механизмы, влияющие на повышение давления, работают медленнее.

Есть еще и третья группа студентов — аритмики, они занимают промежуточное положение между «жаворонками» и «совами», но все же они ближе к «жаворонкам».

9.3. Средства физической культуры в обеспечении работоспособности студента

Принято считать, что физические упражнения являются одним из лучших «лекарств» от утомления и повышения работоспособности.

Дело в том, что импульсы от опорно-двигательного аппарата резко повышают тонус клеток коры головного мозга за счет улучшения в них обменных процессов. Одновременно существенно возрастает выброс в кровь гормонов эндокринными железами, что также усиливает обменные процессы во всех органах. Наконец, при активной работе мышц быстро улучшается кровообращение, а с ним — дыхание, работа печени и почек по выведению из крови токсичных шлаков, угнетающе действующих на нервные клетки.

В начале учебного дня, проведя утреннюю гигиеническую гимнастику, можно обеспечить ускоренный переход организма к бодрому работоспособному состоянию. Во время сна центральная нервная система человека находится в состоянии отдыха от дневной активности. При этом снижена физиологическая активность организма, которая после пробуждения начинает повышаться постепенно, иногда слишком медленно. Человек может ощущать вялость, сонливость, порой беспричинную раздражительность, что негативно сказывается на его работоспособности. Выполнение физических упражнений вызывает потоки нервных импульсов от работающих мышц и суставов и приводит центральную нервную систему (ЦНС) в активное, деятельное состояние. Соответственно активизируется и работа внутренних органов, обеспечивая человеку повышение работоспособности и давая ему ощутимый прилив бодрости.

В течение учебного дня рекомендуется применять физкультминутки и физкультпаузы в целях снятия физического утомления и продления времени высокой работоспособности.

Физкультминутка выполняется в течение 1–2 мин и состоит из 2–3 упражнений, которые подбираются специально для тех групп мышц, в которых ощущается усталость. Первое упражнение обычно заключается в распрямлении спины, отведении спины назад. Следующие упражнения — наклоны, повороты, маховые движения.

Для снятия утомления мышц глаз можно выполнить двухминутный *пальминг* (погружение) (рис. 2.1). Для этого надо принять удобное, расслабленное положение, закрыть глаза ладонями рук (положение перевернутой буквы У). Правильное исполнение пальминга включает овладение его физической и психической сторонами. Мягко закройте глаза и прикройте их чашеобразно сложенными ладонями рук крест-накрест так, чтобы мизинцы наложились друг на друга. Пальцы скрестите на лбу. Никакого напряжения в руках, веках и бровях.



Рис. 2.1. Пальминг

Пальминг считается легчайшим способом достижения расслабления. С психической стороны необходимо видение абсолютно черного поля перед глазами. Черного поля не надо сознательно добиваться, оно само появится автоматически, как только будет достигнута необходимая для этого степень расслабления тела и психики. Если человек способен правильно контролировать свои мысли, свою психическую деятельность, добиться видения черного удается практически мгновенно.

Пальминг дает глазам отдых. Отдых расслабляет мышцы глаз и одновременно активизирует нервные клетки глаз. Желательно делать пальминг понемногу, но часто.

Хорошо снимает зрительное утомление частое моргание. Оно увеличивает приток слезной жидкости, расслабляюще действующей на глазное яблоко и мышцы.

Физкультпауза применяется при более сильном утомлении. Выполняется обычно 5–7 упражнений, которые могут вызвать эффект восстановления работоспособности в результате смены вида деятельности. Примерное содержание комплекса физкультпаузы: 1-е упражнение — потягивание; 2-е упражнение — для мышц туловища, рук, ног; 3-е упражнение — то же, но динамично; 4-е упражнение — приседание, прыжки; 5-е упражнение — маховые движения; 6-е упражнение — на расслабление мышц рук; 7-е упражнение — на внимание.

Учебные занятия по физическому воспитанию имеют важную роль в повышении работоспособности студентов.

Структура организации учебного процесса в вузе оказывает воздействие на организм студента, изменяя его функциональное состояние, влияя на работоспособность.

В режиме учебного дня в период врабатывания (нулевая и первая учебная пара) предпочтительно использовать физические нагрузки с ЧСС 110–130 уд/мин и моторной плотностью до 65–80 % или с ЧСС 130–160 удар/мин при моторной плотности 50–65 %. Такой режим занятий сокращает период врабатывания в учебном труде, стимулирует период высокой работоспособности, способствует его сохранению до конца учебного дня. Занятия с ЧСС выше 160 уд/мин рекомендуется использовать на последних часах учебного расписания.

При двух занятиях в неделю наибольший уровень умственной работоспособности наблюдается при сочетании занятий с ЧСС 130–160 уд/мин с интервалами занятий 1–3 дня. Использование двух занятий в неделю с ЧСС свыше 160 уд/мин ведет к значительному снижению умственной работоспособности, особенно для нетренированных.

Для лиц с ослабленным здоровьем, а также для студентов с высоким уровнем тренированности в данные режимы должны быть внесены соответствующие изменения.

Физические упражнения во внеучебное время играют особую роль в развитии общей выносливости и, как следствие, — повышении работоспособности. В этих целях обычно применяются упражнения циклического характера: бег, плавание, ходьба на лыжах и т. д.

Оздоровительный бег является самым доступным и эффективным средством поддержания и повышения работоспособности. Общее влияние бега на организм связано с изменениями функционального состояния ЦНС, компенсацией недостающих энергозатрат, функциональными сдвигами в системе кровообращения. Кроме того, тренировка в беге на развитие выносливости является незаменимым средством разрядки и нейтрализации отрицательных эмоций, которые вызывают хроническое нервное перенапряжение, что в свою очередь ведет к повышению риска инфаркта миокарда в результате избыточного поступления в кровь гормонов надпочечников — адреналина и норадреналина. Особенно полезен в этом отношении вечерний бег, который снимает отрицательные эмоции, накопленные за день, и «сжигает» избыток адреналина, выделяемого в результате стрессов. Таким образом, бег является лучшим природным транквилизатором, более действенным, чем лекарственные препараты.

Оздоровительный бег оптимальной дозировки в сочетании с водными процедурами является лучшим средством борьбы с неврастенией и бессонницей. Трехкратная олимпийская чемпионка по легкой атлетике Татьяна Казанкина охарактеризовала эффект такого сочетания как «выбивание психологического стресса физическим».

Успокаивающее влияние бега усиливается действием гормонов гипофиза — *эндорфинов*, которые выделяются в кровь при беге на выносливость. В процессе физической нагрузки их содержание в крови возрастает в пять раз по сравнению с состоянием покоя, и повышенная их концентрация удерживается в течение нескольких часов после завершения тренировки. Эндорфины вызывают

состояние своеобразной эйфории, ощущение радости, физического и психического благополучия, подавляют чувство голода и боли, в результате чего резко улучшается настроение. Психиатры широко используют циклические упражнения при лечении депрессивных состояний, независимо от их причины.

В результате более полноценного отдыха центральной нервной системы повышается не только физическая, но и умственная работоспособность. Многие ученые отмечают повышение творческой активности и плодотворности научных исследований после начала занятий оздоровительным бегом (даже в пожилом возрасте).

Плавание. Регулярные занятия плаванием благоприятно влияют на центральную нервную систему, процессы восстановления и повышения работоспособности. Это, прежде всего, связано со спецификой водной среды. Плывущий в воде человек находится почти в невесомом состоянии, находясь в горизонтальном положении. Эти необычные условия способствуют тому, что функции организма протекают иначе, чем в вертикальном положении, когда человек стоит или передвигается по земле. При плавании на центры головного мозга воздействует целый поток новых раздражителей, вызванных движениями в полувесомости, горизонтальным положением тела, глубоким дыханием, давлением воды на область грудной клетки и кожный покров тела и др. На все эти раздражители из соответствующих центров головного мозга посылаются новые ответные реакции. А те центры головного мозга, которые активно функционировали в наземных условиях, в это время отдыхают, восстанавливаются. Поэтому после плавания с оптимальной нагрузкой человек чувствует себя обновленным, бодрым, способным продолжать учебную или другую деятельность. Регулярные занятия плаванием способствуют улучшению сна, содействуют формированию уравновешенного и сильного типа нервной деятельности.

Лыжный спорт. Ходьба на лыжах по своим функциональным характеристикам относится к циклическим аэробным упражнениям и оказывает эффект схожий с оздоровительным бегом и плаванием. Занятия на свежем воздухе, в общении с природой, оказывают положительное влияние на нервную систему, нормализуют процессы торможения и возбуждения, «успокаивают» организм после наряженной умственной деятельности.

Лекция 10

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

10.1. Методические принципы физического воспитания

Систематическое воздействие физических упражнений на организм человека может быть успешным в том случае, когда методика их применения (система средств и способов) согласуется с основными правилами, закономерностями процесса физического воспитания. Знание и соблюдение этих закономерностей, или иначе принципов, позволяет эффективно овладеть конкретным двигательным навыком и развить то или иное физическое качество (силу, выносливость, гибкость и т. д.). И, наоборот, — не знание принципов или их неумелое применение существенным образом тормозит успешность обучения движением, затрудняет формирование физических качеств.

Основными принципами методики обучения и воспитания (методическими принципами), которыми необходимо руководствоваться в процессе построения занятий физическими упражнениями, являются принципы сознательности и активности, наглядности, доступности и индивидуализации, систематичности, динамичности.

Принципы сознательности и активности предусматривают формирование осмысленного отношения и устойчивого интереса студентов к занятиям физическими упражнениями. Это, в свою очередь, возможно только при творческом сотрудничестве преподавателя и студента. Педагогическое мастерство, профессионализм преподавателя заключается в доведении до сознания студентов конкретного смысла и значения выполняемых заданий, объяснением не только того, что и как выполнять, но и почему предлагается именно это, а не другое упражнение, почему его следует выполнять так, а не иначе, как оно влияет на те или иные функции организма. Совместный анализ удачного или не удачного выполнения упражнений, поиск ошибок в технике движений, причин их возникновения и путей устранения способствует формированию у студентов сознательного и активного отношения к процессу обучения, приучает их к самоанализу, самооценке, самоконтролю двигательной деятельности, развивает интерес и стремление к самосовершенствованию.

Путь к физическому совершенству — прежде всего большой напряженный труд. Здесь неизбежны и утомительные упражнения, и «скучные» задания, интерес к которым проявляется лишь на основе глубокого понимания студентом их важности и необходимости в процессе становления гармонически развитой личности. Именно на этой основе формируется устойчивое стремление преодолевать трудности, проявлять инициативность, самостоятельность, творческую активность в процессе физического совершенствования.

Принцип наглядности. Этот принцип в физическом воспитании обеспечивается комплексным использованием многообразных форм наглядности: показ двигательного действия преподавателем или подготовленным студентом, просмотр учебных видеофильмов, наглядных пособий, рисунков, схем, зрительных и слуховых ориентиров и др. Применение различных форм и средств наглядности способствуют формированию точного образа двигательного действия или двигательного задания (модели деятельности) в целом.

Принцип доступности и индивидуализации. Этот принцип обязывает строго учитывать возрастные особенности, пол, уровень подготовленности, индивидуальные различия в физических и психических способностях студентов. Доступность упражнений или нагрузок не означает полное отсутствие трудности при их выполнении, а предполагает постоянное и последовательное преодоление их путем мобилизации физических и духовных сил занимающихся. Мера доступности изменяется в зависимости от степени технической, физической и функциональной подготовленности студента: что было недоступно на одном этапе обучения, становится в дальнейшем легко выполнимым. В соответствии с этим должны изменяться и предъявляемые требования.

Принцип систематичности — это, прежде всего, регулярность занятий, рациональное распределение нагрузок и отдыха. Если за учебным или тренировочным занятием последует слишком большой перерыв, то это приведет к снижению уровня работоспособности. Систематичность или непрерывность процесса обучения и воспитания заключается в том, что положительный эффект каждого последующего занятия должен как бы «наслаиваться» на «следы» предыдущего, закрепляя и углубляя их. В итоге эффект ряда занятий «суммируется» — возникает кумулятивный эффект системы занятий, то есть относительно стойкие адаптационные перестройки функционального характера, которые составляют основу физической подготовленности, тренированности и стабильных двигательных навыков.

Принцип динамичности предусматривает целенаправленное повышение требований к двигательной деятельности студентов за счет обновления и усложнения применяемых физических упражнений, методов обучения, условий занятий, а также величины нагрузки — ее объема и интенсивности. Без этого нельзя обеспечить развитие физических, волевых качеств, освоить новые формы двигательных умений и навыков, совершенствовать деятельность функциональных систем организма.

Рассмотренные принципы отражают различные закономерности и стороны целостного процесса физического воспитания. Они составляют не сумму, а единство принципиальных методических положений, взаимно обусловленных и дополняющих друг друга. Отступление от одного из принципов может разладить весь сложный процесс физического воспитания и сделать безрезультативным большой труд преподавателя и студента.

10.2. Средства физического воспитания

К средствам физического воспитания относятся физические упражнения, оздоровительные силы природы и гигиенические факторы (рис. 3.1). Основным специфическим средством физического воспитания являются физические упражнения, вспомогательными средствами — оздоровительные силы природы и гигиенические факторы.

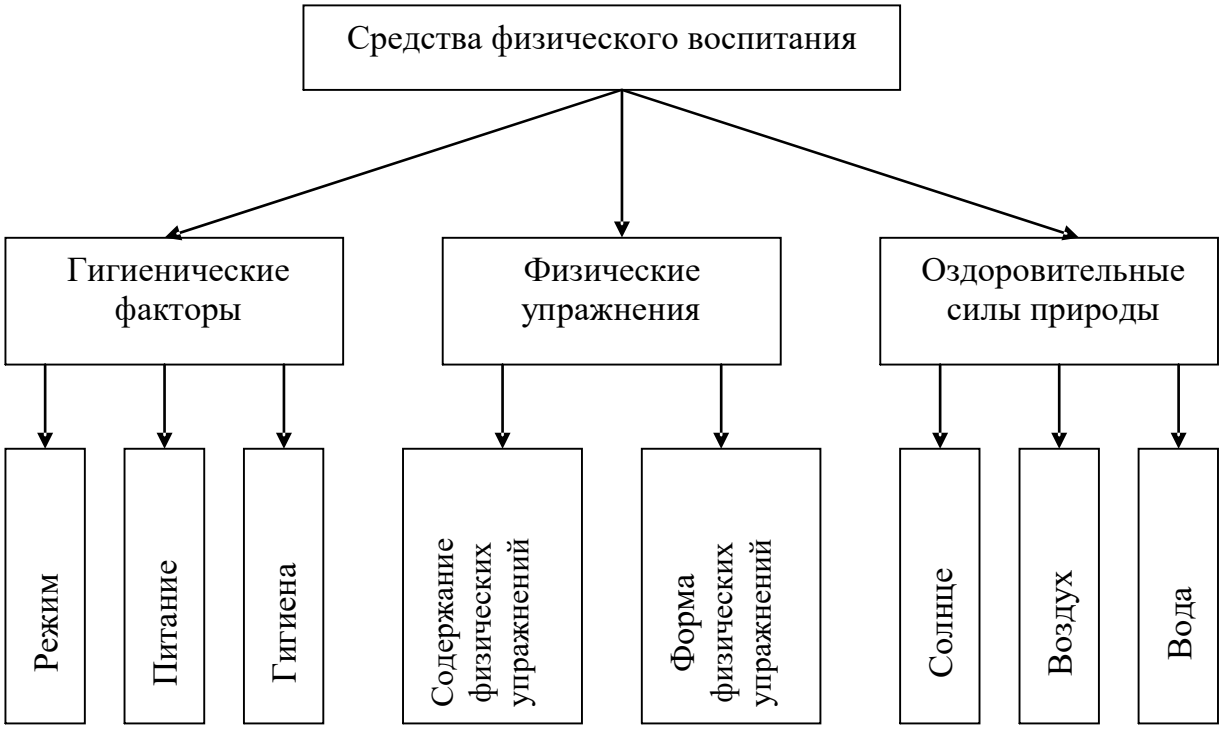


Рис. 3.1. Средства физического воспитания

Физические упражнения — это двигательные действия, направленные на решение задач физического воспитания. Число разработанных и используемых в различных видах спорта физических упражнений (циклических, ациклических, динамических, статических, аэробных, анаэробных и др.) велико. Они различны по форме, содержанию, направленности (рис. 3.2).

Соблюдение *гигиенических правил* в процессе физического воспитания усиливает положительный эффект физических упражнений. Требования гигиены к режиму нагрузок и отдыха, питания и внешних условий занятий (чистота, освещенность, вентиляция мест занятий) способствуют эффективности проводимых физических упражнений.

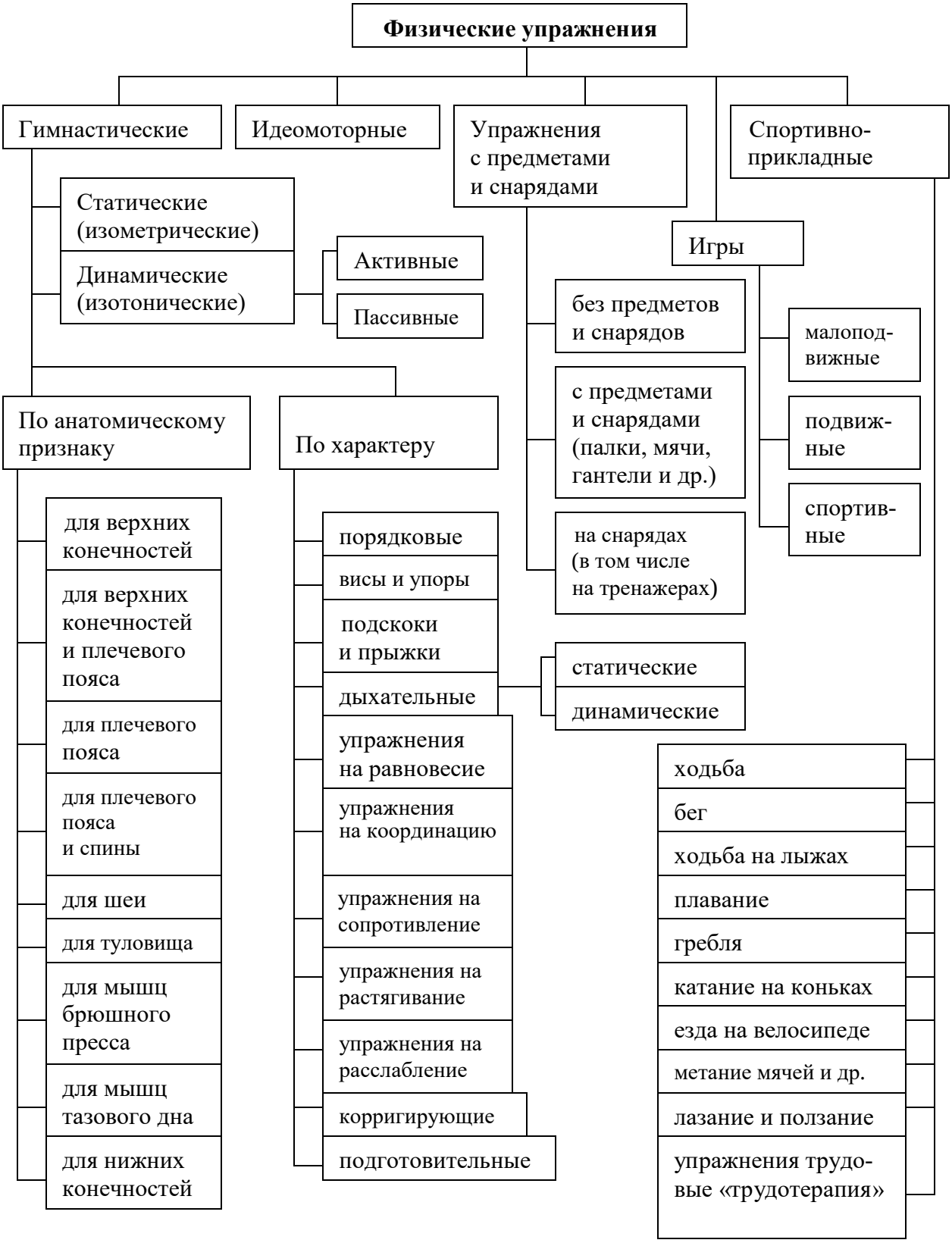


Рис. 3.2. Классификация физических упражнений

10.3. Методы физического воспитания

В физическом воспитании применяются общепедагогические (применяемые во всех случаях обучения и воспитания) и специфические (характерные только для физического воспитания) методы.

Из *общепедагогических* методов, широко используемых в физическом воспитании, следует выделить словесные методы. Практически вся деятельность в процессе обучения и воспитания связана с использованием метода словесного воздействия: сообщают знания, дают задания, руководят их выполнением, анализируют и оценивают результаты, управляют поведением занимающихся. К словесным методам относятся: лекции, беседы, рассказ, объяснения, указания, распоряжения и команды, словесные оценки, комментарии, замечания и многое другое. Применение того или иного словесного метода зависит от возраста занимающихся, этапа обучения двигательному действию, уровня физической и интеллектуальной подготовленности.

К *специфическим* методам физического воспитания относятся методы строго регламентированного упражнения, игровой и соревновательный методы.

Сущность методов *строго регламентированного упражнения* заключается в том, что каждое физическое упражнение выполняется в строго заданной форме и точно обусловленной физической нагрузкой. Методы строго регламентированного упражнения обладают большими педагогическими возможностями. Они позволяют: 1) строго регламентировать нагрузку по объему и интенсивности, управлять ее динамикой в зависимости от психофизического состояния студента; 2) точно дозировать интервалы отдыха между частями нагрузки, не вызывая перенапряжения функциональных систем организма; 3) избирательно воспитывать физические качества; 4) эффективно осваивать технику физических упражнений.

В практике физического воспитания все методы строго регламентированного упражнения подразделяются на две группы: методы обучения технике двигательного действия и методы воспитания физических качеств.

Обучение технике двигательного действия может осуществляться как при разучивании его по частям, так и при целостном его выполнении. Метод обучения двигательному действию *по частям* (метод расчлененного упражнения) предполагает разучивание сложного по структуре двигательного действия по фазам или элементам с последовательным их объединением по мере освоения в целостное физическое упражнение. Обычно применяется на начальном этапе обучения.

Метод *целостного* обучения применяется на любом этапе обучения. Сущность его состоит в том, что техника двигательного действия осваивается с самого начала в целостной структуре.

Методы воспитания физических качеств

Методы строгой регламентации, применяемые для воспитания физических качеств, представляют собой различные комбинации нагрузок и отдыха. Основными параметрами регулирования и дозирования нагрузки в любом из методов являются: интенсивность, длительность, количество повторений упражнения, интервалы и характер отдыха.

Равномерный метод характеризуется тем, что при его применении занимающиеся выполняют физические упражнения непрерывно с относительно постоянной интенсивностью. С увеличением интенсивности работы длительность ее уменьшается, и наоборот. Наиболее типичными примерами построения учебно-тренировочного занятия с использованием равномерного метода являются: длительный непрерывный бег, плавание, бег на лыжах, катание на коньках, велоезда. Интенсивность выполнения упражнений, как правило, умеренная (при ЧСС 130–170 уд/мин), продолжительность — от 15 до 90 мин и более. Тренировочное занятие с равномерной нагрузкой способствует совершенствованию сердечно-сосудистой и дыхательной систем, развитию общей и специальной выносливости, воспитанию волевых качеств.

Переменный метод характеризуется направленным изменением нагрузки в процессе тренировочного занятия (скорости, темпа, величины усилий и т. д.). Применяются упражнения как с убывающей, так и с увеличивающейся (прогрессирующей) нагрузкой. Прогрессирующая нагрузка (например, последовательное однократное поднимание штанги весом 40–50–60–70–80 кг с полными интервалами отдыха между подходами; пробегание отрезков 200+400+800+1200 м) способствует повышению функциональных возможностей организма, развивает специальную выносливость. Убывающая (нисходящая) нагрузка (например, пробегание отрезков в следующем порядке: 800+400+200+100 м с жесткими интервалами отдыха между ними) позволяет достигать больших объемов нагрузки тренировочного занятия, что важно при воспитании выносливости.

Повторный метод характеризуется многократным выполнением упражнения через интервалы отдыха, в течение которого происходит достаточно полное восстановление работоспособности. Например, сгибание и разгибание рук в упоре лежа 20–25 раз, повторить 3–4 серии с отдыхом до достаточно полного восстановления; повторное пробегание отрезков 400 м х 6 раз. В первом случае развивается силовая выносливость, во втором — специальная беговая выносливость.

Интервальный метод, также как и повторный, характеризуется многократным повторением упражнения, но уже с интервалами отдыха не до полного восстановления, а жестко регламентированными интервалами. Пауза отдыха устанавливается с таким расчетом, чтобы перед началом очередного повторения упражнения пульс был в пределах 120–140 уд/мин (при рабочем пульсе 160–180 уд/мин), то есть каждая новая нагрузка дается в стадии неполного восстановления. Например, пробегание отрезков 30 м 10 раз через 1–

1,5 мин отдыха. Данное упражнение развивает скоростную выносливость. Если выполнить эту же работу (30 м х 10 повт.), а интервалы отдыха увеличить до почти полного восстановления (как в повторном методе), то мы обеспечим развитие не скоростной выносливости, а, в большей степени, — скорости.

Круговой метод представляет собой последовательное выполнение специально подобранных физических упражнений, воздействующих на различные мышечные группы и функциональные системы. Для каждого упражнения определяется место или «станция» (рис. 3.3). Обычно круг составляет 8–10 станций. На каждой из них студент выполняет упражнение (например, подтягивание, приседание, отжимание, прыжки, упражнение на пресс и т. д.) и проходит круг от одного до трех раз. Используется для развития и совершенствования всех физических качеств.

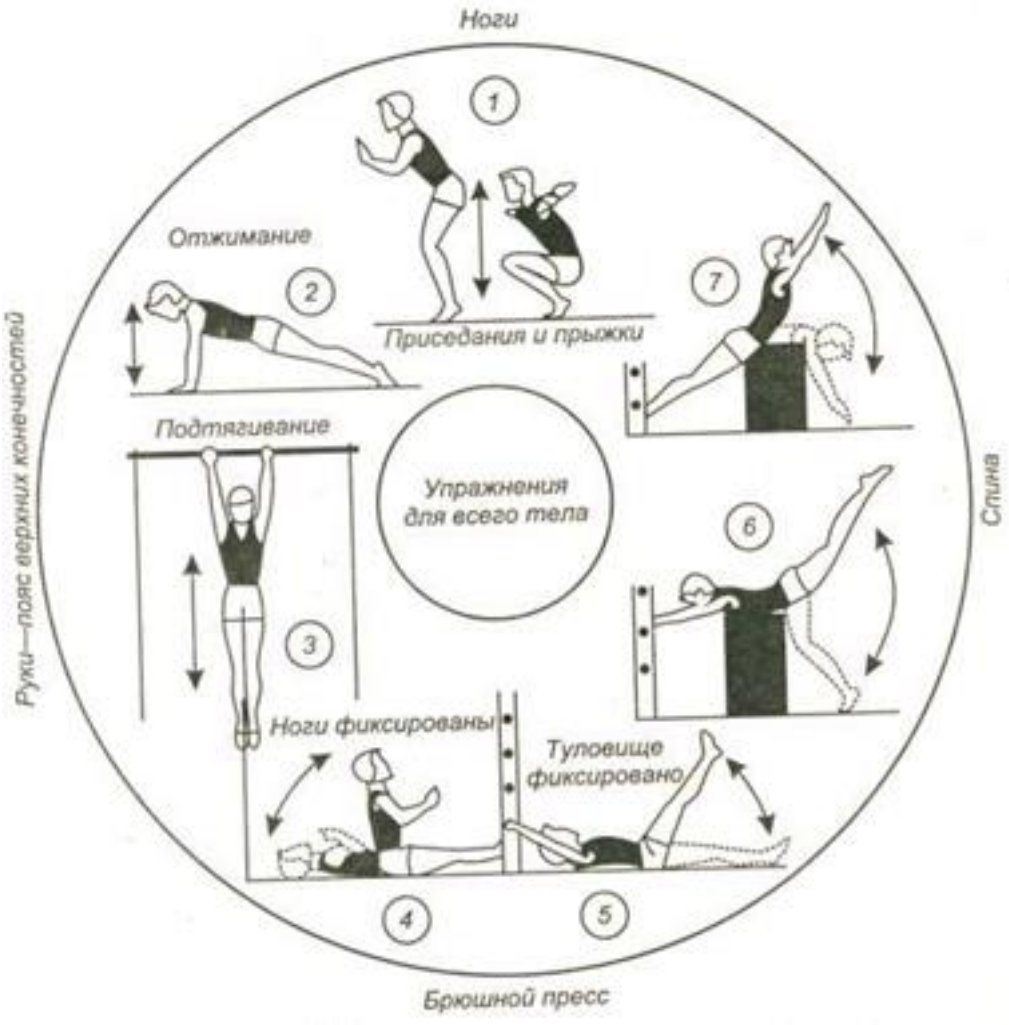


Рис. 3.3. Метод круговой тренировки

Игровой метод — это метод использования физических упражнений в игровой форме. Он характеризуется отсутствием жесткой регламентации действий, наличием вероятностных условий их выполнения. Игровой метод

используется для комплексного совершенствования двигательной деятельности в усложненных или облегченных условиях, развития таких качеств и способностей, как быстрота реакции, координация движений, пространственная ориентация. Соблюдение условий и правил игры содействует воспитанию нравственных качеств: чувства взаимопомощи и сотрудничества, коллективизма, самостоятельности, инициативности, сознательной дисциплинированности и другие ценные личностные качества. Присущий игровому методу фактор эмоциональности способствует формированию устойчивого интереса и положительного отношения к занятиям физическими упражнениями.

Соревновательный метод — это выполнение физических упражнений в форме соревнований. Основная черта соревновательного метода — сопоставление сил занимающихся в условиях организованного соперничества за первенство или высокое спортивное достижение. Фактор соперничества создает особый эмоциональный и физиологический фон, который значительно усиливает воздействие физических упражнений и способствует максимальному проявлению функциональных возможностей организма. Обязательным условием соревновательного метода является подготовленность студентов к выполнению тех физических упражнений, в которых они должны соревноваться.

10.4. Основы обучения движениям

Обучение в процессе физического воспитания обеспечивает одну из его сторон — физическое образование, содержанием которого является системное освоение человеком рациональных способов управления своими движениями, приобретение необходимого в жизни фонда двигательных умений, навыков, знаний.

При овладении техникой какого-либо двигательного действия вначале возникает умение его выполнять, затем по мере дальнейшего разучивания умение постепенно переходит в навык. Умение и навык отличаются друг от друга главным образом степенью освоенности, т. е. способами управления со стороны сознания человека.

Двигательное умение — это такая степень владения техникой двигательного действия, которая характеризуется сознательным управлением движения, неустойчивостью и не стабильностью выполнения. Дальнейшее совершенствование двигательного действия при многократном повторении способствует переходу умения в навык. Это достигается постоянным уточнением, повторением и коррекцией движения. В результате появляется слитность, устойчивость движения, а главное — автоматизированный характер управления движением.

Двигательный навык — это оптимальная степень владения техникой двигательного действия, характеризующаяся автоматизмом (минимальный

контроль со стороны сознания) управления движений, высокой прочностью и надежностью выполнения.

Обучение двигательным действиям — это длительный, последовательный и многоэтапный процесс.

Цель первого этапа обучения (*этап начального разучивания*) — сформировать основы техники изучаемого движения и добиться его выполнения в общих чертах.

Обучение начинается с создания первоначального представления двигательного действия посредством рассказа, объяснения, демонстрации техники (показ двигательного действия преподавателем, использования плакатов, рисунков и др.). Создание первоначального представления завершается пробными попытками выполнить двигательное действие. Если двигательное действие сложное — разучивают по частям, несложное по технике двигательное действие разучивают в целом. Освоение движений может протекать без ошибок и с появлением их. На этапе начального разучивания наиболее типичные ошибки — это лишние, ненужные движения, закрепощенность движений, нарушение ритма и согласованности выполнения двигательного действия. С первых повторений физического упражнения необходимо обязательно исправлять двигательные ошибки, так как при многократном выполнении они закрепляются, автоматизируются.

Цель второго этапа обучения (*этап углубленного разучивания*) — совершенствование двигательного умения. В процессе второго этапа обучения осваиваются детали движения при их раздельном выполнении, а затем в целостном движении.

Эффективность обучения на этом этапе во многом зависит от правильного подбора методов, приемов и средств обучения. Уточнение, корректировка техники двигательного действия при углубленном разучивании предпочтительно осуществлять при целостном его выполнении. Эффективно выполнять двигательные действия в усложненных вариантах, в соревновательных условиях (на лучшее исполнение техники двигательного действия). На этом этапе изменяются методы словесного воздействия. Ведущими становятся анализ и разбор техники, обсуждение основ и деталей техники, самоанализ индивидуальной техники.

Цель третьего этапа обучения (*этап формирования двигательного навыка*) — совершенствование двигательного навыка. В процессе многократного повторения разучиваемого двигательного действия отдельные его движения становятся все более привычными, осваиваются и постепенно автоматизируются его координационные механизмы и двигательные умения переходят в навык.

Основные задачи третьего этапа обучения — добиться стабильности и автоматизма выполнения двигательного действия, довести до необходимой степени совершенства индивидуальные черты техники. На этом этапе увеличится количество повторений в обычных и новых, непривычных условиях,

в сочетании с другими двигательными действиями, при различных внешних помехах, в соревновательной и игровой деятельности. Этот этап может длиться очень долго, так как изменение уровня развития физических качеств, требует коррекции техники самого движения.

10.5. Развитие физических качеств

Одной из основных задач, решаемой в процессе физического воспитания, является обеспечение оптимального развития физических качеств. Физическими качествами принято называть врожденные морфофункциональные качества, благодаря которым возможна физическая активность и целесообразная двигательная деятельность человека. К основным физическим качествам относят силу, быстроту, выносливость, гибкость, ловкость.

Сила — способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений. Развитие силы сопровождается утолщением и ростом мышечных волокон.

Средствами развития силы являются физические упражнения с повышенным отягощением (сопротивлением): упражнения с весом внешних предметов (гири, разборные гантели, штанга с набором дисков разного веса, вес партнера и т. д.); упражнения с преодолением собственного веса тела (подтягивание в висе, отжимание в упоре, удержание равновесия в упоре, в висе и т. д.); упражнение с использованием спортивных тренажеров; упражнения с использованием внешней среды (бег и прыжки по рыхлому песку, бег и прыжки в гору, бег против ветра и т.д.); упражнения с использованием сопротивления упругих предметов (эспандеры, резиновые жгуты, фитомячи и т. д.).

Силовые упражнения в отдельном занятии могут занимать всю основную часть, если воспитание силы является главной задачей учебного занятия. В других случаях, силовые упражнения выполняются в конце основной части занятия, но не после упражнений на выносливость. Силовые упражнения хорошо сочетаются с упражнениями на растягивания и расслабление. Величину отягощения обычно дозируют весом отягощения, количеством повторений в одном подходе, числом подходов (серий).

Для развития силы применяют различные методы.

Метод максимальных усилий — выполнение упражнений с предельными и околопредельными отягощениями. При одном подходе выполняется 1–3 повторения, 5–6 подходов с отдыхом 4–8 мин. Данный метод связан с развитием «взрывной силы», совершенствованием межмышечной и внутримышечной координации. В тренировке начинающих не используется.

Метод динамических усилий способствует созданию максимального силового напряжения посредством работы с непредельным отягощением с максимальной скоростью. Это обеспечивается применением малых и средних отягощений. Выполняется 3–6 серий по 15–20 повторений, отдых 2–4 мин. Данный метод способствует развитию скоростно-силовых качеств.

Метод повторных (непредельных) усилий предусматривает использование непредельных отягощений с предельным числом повторений («до отказа»). Вес непредельного отягощения подбирается с учетом подготовленности занимающегося. Обычно это выполнение упражнений с отягощением 30–70 % от максимального, 3–6 серий по 4–12 повторений, отдых 2–4 мин. Серийные повторение такой работы с непредельным отягощением содействуют сильной активизации обменно-трофических (питательных) процессов в мышечной и других системах организма, способствуют повышению общего уровня функциональных возможностей систем и органов, эффективному наращиванию мышечной массы.

Метод круговой тренировки обеспечивает комплексное воздействие на различные мышечные группы. Упражнения проводятся по «станциям» и подбираются таким образом, что каждая последующая серия включала в работу новую группу мышц.

Быстрота — комплекс функциональных свойств организма, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательной реакции. Средствами развития быстроты являются соревновательные специальные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью, скоростно-силовые упражнения, подвижные и спортивные игры. Упражнения выполняют повторно в максимально быстром темпе в облегченных или затруднённых условиях. Длительность выполнения упражнения небольшая.

Выносливость — это способность противостоять физическому утомлению в процессе мышечной деятельности. Различают два вида выносливости: общую и специальную.

Общая выносливость — способность выполнять работу с невысокой интенсивностью в течение продолжительного времени за счет аэробных источников энергообеспечения. Средствами развития общей (аэробной) выносливости являются упражнения, вызывающие максимальную производительность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В практике физического воспитания применяют самые разнообразные по форме физические упражнения циклического и ациклического характера; продолжительный бег, бег по пересеченной местности, бег на лыжах, бег на коньках, езда на велосипеде, плавание, игры и игровые упражнения и др. Основными методами развития обшей выносливости являются: 1) равномерный метод с умеренной и переменной интенсивностью нагрузок; 2) повторный метод; 3) метод круговой тренировки; 4) игровой и соревновательный методы.

Специальная выносливость — это способность эффективно выполнять работу в определенной трудовой или спортивной деятельности. Средством развития специальной выносливости (скоростной, силовой, координационной, скоростно-силовой и т. д.) являются специально подготовительные упражнения, максимально приближенные по форме, структуре и особенностям воздействия на функциональные системы организма, собственно соревновательные упражнения и общеподготовительные средства.

Ловкость — способность быстро, точно, экономно решать двигательные задачи. Основным средством воспитания ловкости являются: физические упражнения повышенной координационной сложности и содержащие элементы новизны. Сложность физических упражнений можно увеличить за счет изменения пространственных, временных и динамических параметров, а также за счет внешних условий, изменяя порядок расположения снарядов, их вес, высоту; изменяя площадь опоры или увеличивая ее подвижность в упражнениях на равновесие и т. п.; комбинируя двигательные навыки; сочетая ходьбу с прыжками, бег и ловлю предметов; выполняя упражнения по сигналу или за ограниченное время.

Упражнения, направленные на развитие ловкости, эффективны до тех пор, пока они не будут выполняться автоматически. Затем они теряют свою ценность, так как любые, освоенные до навыка и выполняемые в одних и тех же постоянных условиях двигательные действия на стимулируют дальнейшее развитие ловкости.

Таким образом, развитию ловкости способствуют систематическое разучивание новых усложненных движений, применение упражнений, требующих мгновенной перестройки двигательной деятельности: спортивные, подвижные игры, единоборства.

Гибкость — способность выполнять упражнения с большой амплитудой. Гибкость зависит от эластичности мышц, связок, суставных сумок; связана с фактором наследственности, на нее влияют возраст, регулярные занятия физическими упражнениями.

Для развития гибкости применяют упражнения на растягивание мышц, мышечных сухожилий и суставных связок с постепенно возрастающей амплитудой. Среди упражнений на растягивание различают активные, пассивные и статические.

Активные движения с полной амплитудой (махи руками и ногами, рывки, наклоны и вращательные движения туловищем) можно выполнять без предметов и с предметами (гимнастические палки, обручи, мячи и т. д.).

Пассивные упражнения на гибкость включают: движения, выполняемые с помощью партнера; движения, выполняемые с отягощениями; движения, выполняемые с помощью резинового эспандера или амортизатора; пассивные движения с использованием собственной силы (притягивание туловища к ногам, сгибание кисти одной руки другой рукой и т. п.).

Статические упражнения, выполняемые с помощью партнера, собственного веса тела или силы, требуют сохранения неподвижного положения с предельной амплитудой в течение определенного времени (6–9 сек). После этого следует расслабление, а затем повторение упражнения.

Упражнения для развития гибкости рекомендуется проводить путем активного выполнения движений с постепенно увеличивающейся амплитудой, использования пружинящих «самозахватов», покачиваний, маховых движений.

Основные правила применения упражнений в растягивании: не допускаются болевые ощущения, движения выполняются в медленном темпе, постепенно увеличиваются их амплитуда и степень применения силы партнера.

Лекция 11

СПОРТ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ВЫБОР ВИДОВ СПОРТА ИЛИ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

11.1. Определение понятия «спорт»

Спорт — это сложное социальное явление, один из видов физической культуры общества, исторически сложившейся в форме соревновательной деятельности, специальной подготовки к ней, а также специфических межличностных отношений, норм и достижений, возникающих в процессе этой деятельности.

Принципиальной отличительной чертой спорта от других видов занятий физическими упражнениями является наличие соревновательной деятельности. И физкультурник, и спортсмен могут использовать в своих занятиях и тренировках одни и те же физические упражнения (например, бег), но при этом спортсмен всегда сравнивает свои достижения в физическом совершенствовании с успехами других спортсменов в очных соревнованиях. Занятия физкультурника направлены на личное совершенствование безотносительно к достижениям в этой области других занимающихся.

Спорт — эффективное средство для совершенствования человека, для преобразования его духовной и физической природы; действенный фактор воспитания и самовоспитания.

Занятия спортом, участие в соревнованиях — это прекрасные возможности нравственного воспитания спортсменов. Спорт даёт ни с чем не сравнимую возможность проверить человека в самых острых бескомпромиссных ситуациях, раскрыть все стороны его характера, выявить его жизненное кредо.

Систематические занятия спортом содействуют формированию таких черт характера, как сила воли, смелость, самообладание, решительность, настойчивость, уверенность в своих силах, выдержка, дисциплинированность и др.

В ходе спортивной борьбы раскрываются такие черты нравственного облика спортсмена, как благородство, честность, уважение к сопернику, способность подчинить своё поведение нормам спортивной этики.

Фэйр Плэй (англ. — честная игра) — массовое спортивное движение, в котором спортсмены, тренеры, болельщики, вообще все, кто связан со спортом должны придерживаться основного принципа — *не стремиться к победе любой ценой*, на спортивной площадке сохранять честь и благородство. По предложению Российского комитета Фэйр Плэй в 1993 году приз «Трофей Пьера де Кубертена за благородный жест» присужден нашей великой лыжнице Раисе Сметаниной. Среди лауреатов наград Фэйр Плэй — трехкратный олимпийский чемпион борец Александр Карелин, бесстрашная альпинистка не раз выручавшая товарищей в самую трудную минуту Екатерина Иванова,

олимпийский чемпион по теннису Евгений Кафельников, передавший крупную сумму своих призовых денег семьям погибших в авиакатастрофе.

Занятие спортом и присутствие на спортивных соревнованиях, в ходе которых спортсмены демонстрируют физически совершенные и гармоничные движения, а также красивые, благородные поступки, развивают у людей чувство прекрасного, воспитывают у них эстетические вкусы, чувства, идеалы, потребности. Многие люди приобщаются к спорту не только потому, что они руководствуются какими-то утилитарными целями — укрепить здоровье, установить рекорд и т. п., в значительной степени их привлекает возможность получить эстетическое удовольствие от спортивных занятий, от возможности постоянно созерцать прекрасное и создавать его в виде совершенных по красоте движений, грациозного до виртуозности владения собственным телом, движениями и т. д.

При занятиях спортом возрастают показатели умственной работоспособности; восприятие, мышление и др.

Рассматривая роль спорта в умственном воспитании, следует учитывать его воздействие на интеллектуальные и познавательные возможности человека. Занимаясь физическими упражнениями, в процессе тренировки и соревнований, человек глубже познаёт закономерности, которым подчиняются формирование физического совершенства, развитие физических качеств, овладение умениями и навыками, приобретает важные знания о структуре и функциях организма, о причинах и механизме физического развития, о личной и общественной гигиене и т. д. Систематические занятия физической культурой и спортом укрепляют нервную систему, благотворно сказываются на общем самочувствии человека, стимулируют бодрость и жизнерадостность. По данным научных исследований, те, кто систематически занимаются физической культурой и спортом, болеют значительно меньше тех, кто к ним не причастен. Спорт, как ничто другое, помогает бороться с такими губительными, особенно для молодёжи, пороками, как курение, алкоголизм и наркомания.

Спорт является мощным средством профилактики различных заболеваний и, следовательно, фактором, гарантирующим достаточно высокий уровень физической готовности.

11.2. Массовый спорт. Спорт высших достижений

Современный спорт подразделяется на массовый, спорт высших достижений и профессиональный спорт.

Массовый спорт — составная часть спорта, основным содержанием которого является рациональное использование человеком двигательной деятельности в качестве фактора подготовки к жизненной практике, оптимизации своего физического состояния и развития.

Массовый спорт даёт возможность миллионам людей совершенствовать свои физические качества и двигательные возможности, укреплять здоровье и продлевать творческое долголетие, а значит, противостоять нежелательным воздействиям на организм современного производства и условий повседневной жизни.

Цель занятий различными видами массового спорта — укрепить здоровье, улучшить физическое развитие, подготовленность и активно отдохнуть. Это связано с решением ряда частных задач: повысить функциональные возможности отдельных систем организма, скорректировать физическое развитие и телосложение, повысить общую и профессиональную работоспособность, овладеть жизненно необходимыми умениями и навыками, приятно и полезно провести досуг, достичь физического совершенства.

К элементам массового спорта значительная часть молодёжи приобщается ещё в школьные годы, а в некоторых видах спорта в дошкольном возрасте. Именно массовый спорт имеет наибольшее распространение в студенческих коллективах.

Особенности массового спорта определяются тем, что спортивная деятельность строится в зависимости от иной деятельности, доминирующей в жизни (учебной, трудовой), и потому занимает подчиненное место в индивидуальном выборе образа жизни; затраты времени и сил на спортивные занятия довольно жёстко ограничены, что объективно сдерживает и уровень спортивных достижений.

Ныне действующая программа по учебной дисциплине «Физическая культура» для студентов высших учебных заведений позволяет практически каждому студенту приобщиться к массовому спорту. Это можно сделать как в учебное, так и в не учебное время.

Спорт высших достижений — составная часть спорта, представляющая систему организованной подготовки спортсменов высокой квалификации и проведения соревнований с целью достижения максимальных результатов.

Цель спорта высших достижений принципиально отличается от цели массового. Это достижение максимально возможных спортивных результатов или побед на крупнейших спортивных соревнованиях.

Спорт высших достижений предполагает систематические, многолетние, целенаправленные тренировки и соревнования, в процессе которых решаются задачи достижения максимальных результатов.

Деятельность в сфере спорта высших достижений превращается в основную на многие годы, и очень часто такие спортсмены становятся «профессионалами». Это направление спортивного движения по самой природе своей — удел немногих. Спортсмены такого уровня составляют всего лишь сотые доли процента от общего числа занимающихся спортом. Спорт высших достижений проторяет пути к спортивным вершинам, делая их в какой-то мере доступнее для многих, вооружая массовый спорт передовым опытом.

Спорт высших достижений характеризуется постоянным прогрессивным ростом уровня спортивных результатов и установлением всё новых и новых, иногда феноменальных, рекордов — «рекордов века».

Высокие результаты достигаются интенсификацией учебно-тренировочного процесса. Известно, что спортивный успех — это талант, помноженный на труд, труд до самоотречения, до самопожертвования. Действительно, нагрузка ведущих спортсменов мира в подготовительном периоде составляет, например, у бегунов — до 500 км, лыжников — 1000 км в месяц; пловцов — 20 км в день; тяжелоатлеты измеряют нагрузки тоннами; велосипедисты имеют до 365 тренировочных дней в году; в спортивных играх — до 100 матчей в год и т. д.

Такие нагрузки неизбежно приводят к быстрой сменяемости поколений, омолаживанию некоторых видов спорта (женская спортивная гимнастика, фигурное катание, женское плавание). Отсюда возникает проблема поиска талантов, набора и отбора, работы со спортивным резервом (специализированные детско-юношеские спортивные школы олимпийского резерва).

Профессиональный спорт — предпринимательская деятельность, целью которой является удовлетворение интересов профессиональных спортивных организаций, спортсменов, избравших спорт своей профессией, и зрителей. Спортсмен-профессионал — спортсмен, для которого занятия спортом являются основным видом деятельности и который получает в соответствии с контрактом заработную плату и иное денежное вознаграждение за подготовку к спортивным соревнованиям и участие в них.

Для оценки достигаемых в любом виде спорта результатов разработана Единая всероссийская спортивная классификация (ЕВСК). Она является нормативным документом, определяющим требования, условия и порядок присвоения спортивных званий и разрядов в Российской Федерации. Структура ЕВСК предусматривает присвоение III, II, I юношеских разрядов, III, II, I разрядов и разряд «кандидат в мастера спорта» (КМС). Спортивных званий в ЕВСК два – мастер спорта России (МС) и мастер спорта России международного класса (МСМК). За особо выдающиеся спортивные достижения спортсмену присваивается звание «Заслуженный мастер спорта России». Для присвоения разрядов и званий в одних видах спорта необходимо выполнить разрядные нормативы и требования, в других – только разрядные требования. Они устанавливаются с учетом особенностей развития вида спорта, пола и возраста спортсменов. Разрядные нормативы выражены в мерах длины, веса и времени, а разрядные требования – в очках, баллах, занятом месте на соревнованиях, количестве побед над соперником, достижении определенного рейтинга. В действующую ЕВСК периодически вносятся коррективы, в связи с прогрессивными изменениями в уровне подготовки спортсменов, модернизацией спортивного инвентаря, повышением качества спортивных сооружений и соревновательных трасс.

Спорт высших достижений характерен высочайшим уровнем медико-биологического обеспечения: сеть врачебно-физкультурных диспансеров, институтов травматологии, постоянно действуют комплексные научные группы, группы допинг-контроля и пр. Получило развитие использование более 30 видов нетрадиционных стимулирующих анаболических средств гормонального характера, изготовленных на основе мужских гормонов, которые, как правило, способствуют наращиванию мышечной массы и развивают силовые показатели.

Большие резервные возможности человеческого организма могут раскрываться с помощью специальных приёмов психологической подготовки спортсмена.

В целом, спорт высших достижений немыслим без использования современных достижений человеческого общества, применяемых в науке и технике, современных технологий и материаловедения, медицины и фармакологии, кибернетики и биомеханики, психологии и педагогики и т. д.

11.3. Студенческий спорт

Студенческий спорт — составная часть спорта, культивируемая в высших учебных заведениях, интегрирующая массовый спорт и спорт высших достижений.

Возрастные особенности студенческой молодежи, специфика учебного труда и быта студентов, особенности их возможностей и условий занятий физической культурой и спортом позволяют выделить в особую категорию студенческий спорт.

Организационные особенности студенческого спорта:

доступность и возможность заниматься спортом в часы обязательных учебных занятий по дисциплине «Физическая культура» (элективный курс в основном учебном отделении, учебно-тренировочные занятия в спортивном учебном отделении);

возможность заниматься спортом в свободное от учебных академических занятий время в вузовских спортивных секциях и группах, а также самостоятельно;

возможность систематически участвовать в студенческих спортивных соревнованиях доступного уровня (в учебных зачетных соревнованиях, во внутри- и вневузовских соревнованиях по избранным видам спорта).

Вся эта система даёт возможность каждому практически здоровому студенту сначала ознакомиться, а затем выбрать вид спорта для регулярных занятий.

Во многих вузах функционируют спортивные секции по различным видам спорта, в которых занимаются студенты курса спортивного совершенствования. Финансовые возможности, региональные и природно-климатические условия не всегда позволяют вузу культивировать большинство видов спорта

на уровне специализированных спортивных секций. И все же, согласно статистическим данным, почти в каждом российском вузе работают не менее 15–17 спортивных секций и клубов, где студенты занимаются легкой атлетикой, лыжными видами спорта, различными видами спортивных единоборств, водными видами спорта, гимнастикой и акробатикой. В любом вузе развиваются какие-либо из игровых видов спорта.

Студенты-спортсмены, входящие в группы высшего спортивного мастерства краевого или областного уровня, в составы сборных команд краев, областей или сборных команд России среди юниоров, молодежи, взрослых, часто проходят подготовку в системе учебно-тренировочных сборов. В таких условиях для спортсменов создаются все необходимые условия для восстановления после тренировочных нагрузок. Сюда входит сбалансированное питание, хорошие бытовые условия, восстановительные процедуры (сауна, массаж). На таких тренировочных сборах спортсмены ежедневно находятся под наблюдением спортивного врача и малейшие отклонения в состоянии спортсмена фиксируются и устраняются.

Несмотря на значительные временные и энергетические затраты на тренировки, студенты-спортсмены, имея более высокую общую работоспособность, могут практически не отставать от своих сокурсников по освоению дисциплин учебной программы. Они легче переключаются с одного вида деятельности на другой, психологически более устойчивы к стрессовым ситуациям. В конечном итоге подавляющее большинство студентов-спортсменов проходят полный курс обучения в вузе и получают высшее образование.

11.4. Студенческие спортивные соревнования

Спортивные соревнования — одна из наиболее эффективных форм организации массовой оздоровительной и спортивной работы. Без участия в них нет спорта, нет воспитания спортсмена.

Вся система студенческих спортивных соревнований построена на основе принципа «от простого к сложному», т. е. от внутривузовских зачётных соревнований в учебной группе, на курсе (зачастую по упрощенным правилам) к межвузовским и т. д. до международных студенческих соревнований.

Внутривузовские спортивные соревнования включают в себя зачётные соревнования внутри учебных групп, учебных потоков на курсе, соревнования между курсами факультетов, между факультетами (рис. 4.1). На первых этапах внутривузовских соревнований может участвовать каждый спортсмен, вне зависимости от уровня его спортивной подготовленности.

В межвузовских соревнованиях (первенства района, города, области, края, республики) обычно участвуют и соревнуются сильнейшие студенты — спортсмены лично или в составе сборных команд вуза. Целевые задачи межвузовских соревнований могут быть самыми различными: выяснить спортив-

ное преимущество вуза; установить личные контакты между будущими коллегами по профессии (товарищеские встречи).

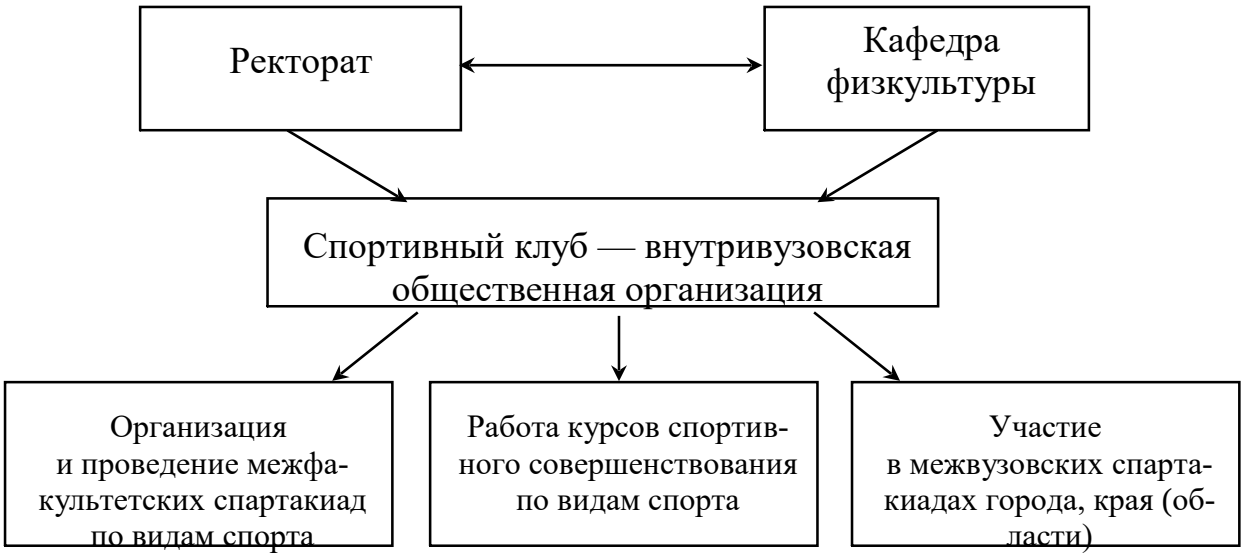


Рис. 4.1. Внутривузовская спортивная деятельность

Студенческие соревнования разного уровня служат хорошим показателем работы отдельных спортивных секций. А областные и краевые межвузовские спартакиады являются оценкой общего развития спорта в отдельном вузе. В программе таких студенческих спартакиад насчитывается более 20 видов спорта. Обычно им предшествуют межфакультетские спартакиады вузов. Последние, в свою очередь, являются финалом внутрифакультетских соревнований, в которых любой студент вуза может принять участие.

Координацию учебно-тренировочной деятельности курсов спортивного совершенствования и участия спортсменов в студенческих соревнованиях осуществляют спортивные клубы — внутривузовские общественные организации. От работы этих клубов во многом зависит спортивная жизнь студентов в учебном заведении. Ректорат и кафедра физической культуры оказывают спортклубу материальную и методическую поддержку в работе отдельных спортивных секций, в организации и проведении соревнований.

Важную роль в организации межвузовских соревнований играет общественное объединение студентов и сотрудников высших учебных заведений – Российский студенческий спортивный союз (РССС), созданный в 1993 году (рис. 4.2). Он призван консолидировать усилия всех причастных к студенчеству организаций в развитии физкультурно-оздоровительной работы и студенческого спорта. Российский студенческий спортивный союз устанавливает и поддерживает международные студенческие спортивные связи, являясь коллективным членом Международной федерации университетского спорта

(ФИСУ). По результатам студенческих соревнований, проводимых РССС, определяются составы команд студентов на международные соревнования. Самыми значимыми международными студенческими соревнованиями являются Всемирные студенческие игры, которые называются универсиадой. Всемирные студенческие игры проводятся один раз в два года: каждый нечетный год — летние и каждый четный год — зимние.

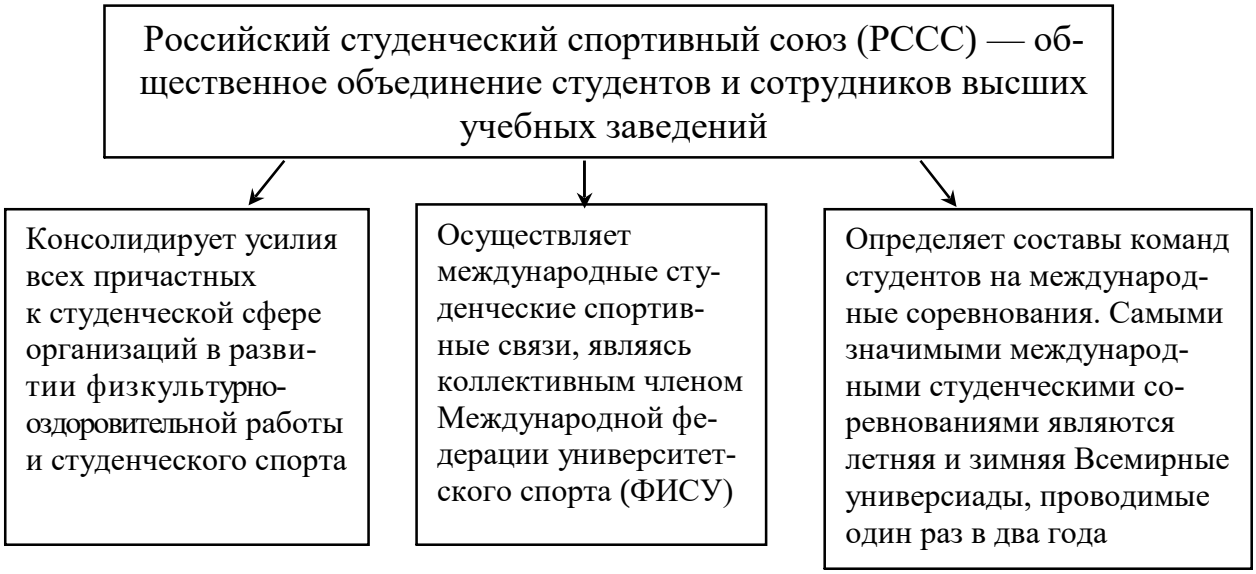


Рис. 4.2. Межвузовская спортивная деятельность

Спортивные успехи студентов становятся не только их личным достижением, но и достоянием вуза, в котором они обучаются, что, безусловно, поддерживает престиж высшего учебного заведения. Студенты-спортсмены России успешно выступают и на официальных международных стартах. Так, в составе олимпийской сборной России в Лиллехаммере (1994) было около 75 % студентов.

Основные понятия, используемые в курсе лекций по физической культуре и спорту (элективные курсы по физической культуре и спорту)

1) вид программы - спортивное соревнование по определенному виду спорта или одной из его дисциплин, в результате которого осуществляется распределение мест и (или) медалей среди участников спортивного соревнования;

1.1) антидопинговое обеспечение - проведение мероприятий, направленных на предотвращение допинга в спорте и борьбу с ним;
(п. 1.1 введен Федеральным законом от 07.05.2010 N 82-ФЗ)

1.2) базовые виды спорта - виды спорта, включенные в программы Олимпийских игр, Паралимпийских игр, а также иные виды спорта, развиваемые субъектами Российской Федерации на своих территориях с учетом сложившихся исторических традиций развития спорта высших достижений, представительства спортсменов от субъектов Российской Федерации в составах спортивных сборных команд Российской Федерации по видам спорта и участия данных команд во всероссийских и в международных официальных спортивных мероприятиях. Перечень базовых видов спорта утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере физической культуры и спорта, а также по оказанию государственных услуг (включая предотвращение допинга в спорте и борьбу с ним) и управлению государственным имуществом в сфере физической культуры и спорта (далее - федеральный орган исполнительной власти в области физической культуры и спорта), в установленном им по согласованию с Олимпийским комитетом России и Паралимпийским комитетом России порядке;
(п. 1.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

2) вид спорта - часть спорта, которая признана в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона обособленной сферой общественных отношений, имеющей соответствующие правила, утвержденные в установленном настоящим Федеральным законом порядке, среду занятий, используемый спортивный инвентарь (без учета защитных средств) и оборудование;

2.1) Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс "Готов к труду и обороне" (ГТО) (далее также - комплекс ГТО) - программная и нормативная основа системы физического воспитания населения, устанавливающая государственные требования к уровню его физической подготовленности;
(п. 2.1 введен Федеральным законом от 05.10.2015 N 274-ФЗ)

3) военно-прикладные и служебно-прикладные виды спорта - виды спорта, основой которых являются специальные действия (в том числе приемы), связанные с выполнением военнослужащими и сотрудниками некоторых федеральных органов исполнительной власти (далее - лица,

проходящие специальную службу) своих служебных обязанностей, подготовкой граждан допризывного и призывного возрастов к военной службе, и которые развиваются в рамках деятельности одного или нескольких федеральных органов исполнительной власти;
(в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

3.1) волонтеры - граждане Российской Федерации и иностранные граждане, участвующие на основании гражданско-правовых договоров в организации и (или) проведении физкультурных мероприятий, спортивных мероприятий без предоставления указанным гражданам денежного вознаграждения за осуществляемую ими деятельность;
(п. 3.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

3.1-1) детско-юношеский спорт - часть спорта, направленная на спортивную подготовку несовершеннолетних граждан в организациях, осуществляющих спортивную подготовку, а также на участие таких граждан в спортивных соревнованиях, в которых спортсмены, не достигшие возраста восемнадцати лет или иного возраста, указанного в этих целях в федеральных стандартах спортивной подготовки, являются основными участниками;
(п. 3.1-1 введен Федеральным законом от 02.06.2016 N 153-ФЗ)

3.2) животные, участвующие в спортивных соревнованиях, - животные, участвующие в соответствии с правилами вида спорта в спортивных соревнованиях по данному виду спорта;
(п. 3.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

3.3) зрители - физические лица, находящиеся в месте проведения официального спортивного соревнования, не являющиеся его участниками и иным образом не задействованные в проведении такого соревнования, в том числе в обеспечении общественного порядка и общественной безопасности при проведении такого соревнования;
(п. 3.3 введен Федеральным законом от 23.07.2013 N 192-ФЗ)

3.4) контролер-распорядитель - физическое лицо, которое прошло специальную подготовку в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, имеет удостоверение контролера-распорядителя, выданное в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, и привлекается организатором официального спортивного соревнования и (или) собственником, пользователем объекта спорта на договорной основе для обеспечения общественного порядка и общественной безопасности при проведении официального спортивного соревнования;
(п. 3.4 в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

4) массовый спорт - часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическое развитие граждан посредством проведения

организованных и (или) самостоятельных занятий, а также участия в физкультурных мероприятиях и массовых спортивных мероприятиях;

4.1) место проведения официального спортивного соревнования - объект спорта, а также территории, специально подготовленные для проведения официального спортивного соревнования, в том числе участки автомобильных дорог, площадей, улиц, водных объектов;

(п. 4.1 введен Федеральным законом от 23.07.2013 N 192-ФЗ)

5) национальные виды спорта - виды спорта, исторически сложившиеся в этнических группах населения, имеющие социально-культурную направленность и развивающиеся на территории Российской Федерации;

(п. 5 в ред. Федерального закона от 23.06.2014 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

6) общероссийская спортивная федерация - общероссийская общественная организация, которая создана на основе членства, получила государственную аккредитацию и целями которой являются развитие одного или нескольких видов спорта на территории Российской Федерации, их пропаганда, организация, проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов - членов спортивных сборных команд Российской Федерации;

(п. 6 в ред. Федерального закона от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

6.1) региональная спортивная федерация - региональная общественная организация, являющаяся членом общероссийской спортивной федерации (далее - региональная общественная организация), или структурное подразделение (региональное отделение) общероссийской спортивной федерации, которые получили государственную аккредитацию и целями которых являются развитие одного или нескольких видов спорта на территории субъекта Российской Федерации, их пропаганда, организация, проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов - членов спортивных сборных команд субъекта Российской Федерации;

(п. 6.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

7) объекты спорта - объекты недвижимого имущества или комплексы недвижимого имущества, специально предназначенные для проведения физкультурных мероприятий и (или) спортивных мероприятий, в том числе спортивные сооружения;

7.1) олимпийская делегация Российской Федерации - олимпийская команда России, а также представители Олимпийского комитета России, органов государственной власти Российской Федерации, общероссийских спортивных федераций, обеспечивающие участие членов олимпийской команды России в Олимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов;

(п. 7.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

7.2) олимпийская команда России - коллектив, состоящий из спортсменов, тренеров и иных специалистов в области физической культуры и спорта, принимающих участие от имени Российской Федерации в Олимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов;
(п. 7.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

8) организатор физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия - юридическое или физическое лицо, по инициативе которого проводится физкультурное мероприятие или спортивное мероприятие и (или) которое осуществляет организационное, финансовое и иное обеспечение подготовки и проведения такого мероприятия;

9) официальные физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия - физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия, включенные в Единый календарный план межрегиональных, всероссийских и международных физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий, календарные планы физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий субъектов Российской Федерации, муниципальных образований;

9.1) паралимпийская делегация Российской Федерации - паралимпийская команда России, а также представители Паралимпийского комитета России, органов государственной власти Российской Федерации, общероссийских спортивных федераций, обеспечивающие участие членов паралимпийской команды России в Паралимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых под патронажем Международного паралимпийского комитета;
(п. 9.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

9.2) паралимпийская команда России - коллектив, состоящий из спортсменов, тренеров и иных специалистов в области физической культуры и спорта, принимающих участие от имени Российской Федерации в Паралимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых под патронажем Международного паралимпийского комитета;
(п. 9.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

10) программа спортивной подготовки - программа поэтапной подготовки физических лиц по виду спорта (спортивным дисциплинам), определяющая основные направления и условия спортивной подготовки на каждом ее этапе, разработанная и реализуемая организацией, осуществляющей спортивную подготовку, в соответствии с требованиями федеральных стандартов спортивной подготовки;
(п. 10 в ред. Федерального закона от 06.12.2011 N 412-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

10.1) программа развития вида спорта - программа, которая разрабатывается соответствующей общероссийской спортивной федерацией сроком на четыре года (на олимпийский, паралимпийский цикл) в порядке,

установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, устанавливает цели, задачи, мероприятия и целевые показатели деятельности общероссийской спортивной федерации по развитию соответствующего вида спорта в Российской Федерации и утверждается этим органом;
(п. 10.1 введен Федеральным законом от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

11) профессиональный спорт - часть спорта, направленная на организацию и проведение спортивных соревнований, за участие в которых и подготовку к которым в качестве своей основной деятельности спортсмены получают вознаграждение от организаторов таких соревнований и (или) заработную плату;

11.1) символика физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия - флаг, логотип, гимн, девиз организатора физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия, официальное наименование физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия и обозначения, связанные с таким организатором, образованные на их основе слова и словосочетания и сходные с ними обозначения при упоминании с наименованиями соответствующих видов спорта и (или) указанных мероприятий; зарегистрированные в качестве товарных знаков такого организатора обозначения; охраняемые в качестве промышленных образцов и (или) объектов авторских прав такого организатора талисманы указанных мероприятий, плакаты, опознавательная символика, предметы дизайна указанных мероприятий, кубки и медали участников спортивных соревнований; охраняемые в качестве объектов авторских прав такого организатора произведения науки, литературы и искусства, а также объекты смежных прав такого организатора, содержащие обозначения, которые предназначены для индивидуализации указанных мероприятий; любые иные обозначения и объекты, разработанные организатором мероприятия для официального использования на указанных мероприятиях и принадлежащие ему;
(п. 11.1 введен Федеральным законом от 07.06.2013 N 108-ФЗ)

12) спорт - сфера социально-культурной деятельности как совокупность видов спорта, сложившаяся в форме соревнований и специальной практики подготовки человека к ним;

13) спорт высших достижений - часть спорта, направленная на достижение спортсменами высоких спортивных результатов на официальных всероссийских спортивных соревнованиях и официальных международных спортивных соревнованиях;

14) спортивная дисквалификация спортсмена - отстранение спортсмена от участия в спортивных соревнованиях, которое осуществляется международной спортивной федерацией по соответствующему виду спорта или общероссийской спортивной федерацией по соответствующему виду спорта за нарушение правил вида спорта, или положений (регламентов) спортивных соревнований, или антидопинговых правил, или норм,

утвержденных международными спортивными организациями, или норм, утвержденных общероссийскими спортивными федерациями;
(п. 14 в ред. Федерального закона от 07.05.2010 N 82-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

15) спортивная дисциплина - часть вида спорта, имеющая отличительные признаки и включающая в себя один или несколько видов, программ спортивных соревнований;

15.1) спортивная подготовка - тренировочный процесс, который подлежит планированию, включает в себя обязательное систематическое участие в спортивных соревнованиях, направлен на физическое воспитание и совершенствование спортивного мастерства лиц, проходящих спортивную подготовку, и осуществляется на основании государственного (муниципального) задания на оказание услуг по спортивной подготовке или договора оказания услуг по спортивной подготовке в соответствии с программами спортивной подготовки;
(п. 15.1 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ)

15.2) спортивный резерв - лица, проходящие спортивную подготовку в целях включения их в состав спортивных сборных команд, в том числе спортивных сборных команд Российской Федерации;
(п. 15.2 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ)

16) спортивная федерация - общественная организация, которая создана на основе членства и целями которой являются развитие одного или нескольких видов спорта, их пропаганда, организация, а также проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов - членов спортивных сборных команд;

17) спортивное сооружение - инженерно-строительный объект, созданный для проведения физкультурных мероприятий и (или) спортивных мероприятий и имеющий пространственно-территориальные границы;

18) спортивное соревнование - состязание (матч) среди спортсменов или команд спортсменов по различным видам спорта (спортивным дисциплинам) в целях выявления лучшего участника состязания (матча), проводимое по утвержденному его организатором положению (регламенту);
(в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 202-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

19) спортивные мероприятия - спортивные соревнования, а также тренировочные мероприятия, включающие в себя теоретическую и организационную части, и другие мероприятия по подготовке к спортивным соревнованиям с участием спортсменов;
(в ред. Федеральных законов от 06.12.2011 N 412-ФЗ, от 25.12.2012 N 257-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

20) спортивные сборные команды Российской Федерации - формируемые общероссийскими спортивными федерациями (за исключением олимпийской команды России, паралимпийской команды России) коллективы спортсменов, относящихся к различным возрастным

группам, тренеров, ученых, специалистов в области физической культуры и спорта для подготовки к международным спортивным соревнованиям и участия в них от имени Российской Федерации;
(в ред. Федерального закона от 25.12.2012 N 257-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

20.1) спортивная делегация Российской Федерации - члены спортивных сборных команд Российской Федерации, представители физкультурно-спортивных организаций, спортивных федераций, Олимпийского комитета России, Паралимпийского комитета России, Сурдлимпийского комитета России, Специальной олимпиады России, Российского студенческого спортивного союза, должностные лица органов государственной власти Российской Федерации, представляющие на международных спортивных мероприятиях, за исключением Олимпийских игр, Паралимпийских игр и других международных спортивных мероприятий, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов и Международным паралимпийским комитетом, Российскую Федерацию и (или) обеспечивающие права и законные интересы российских спортсменов в период проведения международных спортивных мероприятий;
(п. 20.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

21) спортивный судья - физическое лицо, уполномоченное организатором спортивного соревнования обеспечить соблюдение правил вида спорта и положения (регламента) о спортивном соревновании, прошедшее специальную подготовку и получившее соответствующую квалификационную категорию;

22) спортсмен - физическое лицо, занимающееся выбранными видом или видами спорта и выступающее на спортивных соревнованиях;

23) спортсмен высокого класса - спортсмен, имеющий спортивное звание и выступающий на спортивных соревнованиях в целях достижения высоких спортивных результатов;

23.1) студенческий спорт - часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическую подготовку обучающихся в профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования, их подготовку к участию и участие в физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях, в том числе в официальных физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях;
(п. 23.1 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ, в ред. Федерального закона от 02.07.2013 N 185-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

23.2) студенческая спортивная лига - некоммерческая организация, которая создана на основе членства и целями которой являются содействие в популяризации студенческого спорта и развитии одного или нескольких видов спорта, организация и проведение физкультурных мероприятий и

спортивных мероприятий со студентами. Членами студенческой спортивной лиги могут быть физические лица, юридические лица, осуществляющие деятельность в области студенческого спорта;
(п. 23.2 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ)

24) тренер - физическое лицо, имеющее соответствующее среднее профессиональное образование или высшее образование и осуществляющее проведение со спортсменами тренировочных мероприятий, а также осуществляющее руководство их состязательной деятельностью для достижения спортивных результатов;
(в ред. Федеральных законов от 06.12.2011 N 412-ФЗ, от 02.07.2013 N 185-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

24.1) федеральные стандарты спортивной подготовки - совокупность минимальных требований к спортивной подготовке по видам спорта (за исключением военно-прикладных, служебно-прикладных видов спорта, а также национальных видов спорта, развитие которых не осуществляется соответствующей общероссийской спортивной федерацией), разработанных и утвержденных в соответствии с настоящим Федеральным законом и обязательных для организаций, осуществляющих спортивную подготовку;
(п. 24.1 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ, в ред. Федеральных законов от 25.12.2012 N 257-ФЗ, от 23.06.2014 N 170-ФЗ)
(см. текст в предыдущей редакции)

25) физическое воспитание - процесс, направленный на воспитание личности, развитие физических возможностей человека, приобретение им умений и знаний в области физической культуры и спорта в целях формирования всесторонне развитого и физически здорового человека с высоким уровнем физической культуры;

26) физическая культура - часть культуры, представляющая собой совокупность ценностей, норм и знаний, создаваемых и используемых обществом в целях физического и интеллектуального развития способностей человека, совершенствования его двигательной активности и формирования здорового образа жизни, социальной адаптации путем физического воспитания, физической подготовки и физического развития;

27) физическая подготовка - процесс, направленный на развитие физических качеств, способностей (в том числе навыков и умений) человека с учетом вида его деятельности и социально-демографических характеристик;

28) физическая реабилитация - восстановление (в том числе коррекция и компенсация) нарушенных или временно утраченных функций организма человека и способностей к общественной и профессиональной деятельности инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с использованием средств и методов адаптивной физической культуры и адаптивного спорта, которые направлены на устранение или возможно более полную компенсацию ограничений жизнедеятельности, вызванных нарушением здоровья;

29) физкультурные мероприятия - организованные занятия граждан физической культурой;

30) физкультурно-спортивная организация - юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, осуществляющее деятельность в области физической культуры и спорта в качестве основного вида деятельности. Положения настоящего Федерального закона, регулирующие деятельность физкультурно-спортивных организаций, применяются соответственно к индивидуальным предпринимателям, осуществляющим деятельность в области физической культуры и спорта в качестве основного вида деятельности;

31) школьный спорт - часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическую подготовку обучающихся в общеобразовательных организациях, их подготовку к участию и участие в физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях, в том числе в официальных физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях;

(п. 31 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ, в ред. Федерального закона от 02.07.2013 N 185-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

32) целевая комплексная программа подготовки спортсменов к Олимпийским играм, Паралимпийским играм, Сурдлимпийским играм (далее - целевая комплексная программа) - программа, которая разрабатывается общероссийской спортивной федерацией, является составной частью программы развития вида спорта и устанавливает цели, задачи, мероприятия и целевые показатели деятельности общероссийской спортивной федерации по подготовке и выступлению спортивной сборной команды Российской Федерации по соответствующему виду спорта на Олимпийских играх, Паралимпийских играх, Сурдлимпийских играх.

(п. 32 введен Федеральным законом от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Физической культуры	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 8 от 03.03.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом 3
1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий 3
1.1.1. Утренняя физическая гимнастика 3
1.1.2. Упражнения в течение учебного дня… 4
1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия… 4
1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий 5
1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин 6
1.2 Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма 7
1.2.1 Оценка физического развития… 9
1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности) 10
2. Другие виды самостоятельной работы
2.1 Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности 12
2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 м) 12
2.1.2 Техника выполнения упражнения… 12
2.1.3 Методы самостоятельной тренировки 13
2.1.4. Средства тренировки быстроты 13
2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива 14
2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин 15
2.2.1. Техника выполнения упражнения… 15
2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин 15
2.3.1. Техника выполнения упражнения… 15
2.3.2. Методы развития силы 16
2.4. Тест на общую выносливость (бег 2000 и 3000 м) 17
2.4.1. Техника бега на длинные дистанции 17
2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения Самостоятельных тренировок 18
3.Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности 21

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;

- со значительными отягощениями;

- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);

- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;

- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;

- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);

- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;

- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;

- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня

тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет

объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования

тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к

занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);

- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;

- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)

- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:

- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;

- через 3 мин. – на 30%;

- через 5 мин. – на 50%,

- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;

- степень его соответствия полу и возрасту;

- имеющиеся отклонения;

- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель

- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;

- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%

- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.

2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.

3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:

- отлично – до 20%;

- хорошо – 20-40%;

- удовлетворительно – 40-65%;

- плохо – 66-75%;

- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);

- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);

- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;

- бег по дистанции;

- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);

- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет»,

охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;

- фиксация его в вертикальном положении;

- опускание;

- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);

- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;

- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных

мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед

согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы

плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;

- избыточную массу тела;

- обувь, не пригодную для бега;

-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название

«мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга,

недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности, предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и

определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических

занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму

более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет геологии и геофизики

Кафедра “Математики”



В. Б. Сурнев

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Решебник задач по высшей математике

Екатеринбург 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА С ЭЛЕМЕНТАМИ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ **6**

1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ

Практическое занятие 1. Теория множеств 6

Множества, операции, отношения 6

Практическое занятие 2. Числовые поля 12

Комплексные числа 12

Задания для самостоятельной работы 15

2. ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА И ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ 20

Практическое занятие 1. Векторная алгебра 20

Метод координат, векторы 20

Практическое занятие 2. Векторное и смешанное произведения 31

Векторное произведение и функция смешанного произведения 31

Прямая линия и плоскость, взаимное расположение прямой линии и плоскости 33

Практическое занятие 3. Абстрактные векторные пространства 37

Определение векторного пространства и общие свойства векторов 37

Практическое занятие 4. Линейные операторы 58

Операторы, матрицы, определители и СЛАУ 58

Практическое занятие 5. Общие свойства линейных операторов 73

Ядро и ранг линейного оператора. Критерии совместности СЛАУ 73

Задания для самостоятельной работы 82

Векторная алгебра 82

Прямые линии и плоскости 84

Абстрактные векторные пространства 85

Операторы, матрицы 87

Часть 2. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА 95

ОПЕРАТОРЫ В ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ. ГЕОМЕТРИЯ 95

ПРОСТРАНСТВА E^n

Практическое занятие 1. Подпространства и специальные типы линейных операторов в евклидовом пространстве 95

Собственные подпространства линейного оператора 95

Самосопряжённые и ортогональные операторы. Инвариантные подпространства 104

Практическое занятие 2. Некоторые задачи в геометрии евклидова пространства 116

Наклонная, перпендикуляр, проекция, оператор проектирования 116

Практическое занятие 3. Поверхности второго порядка 122

Квадратичные формы и поверхности второго порядка 122

Задания для самостоятельной работы 132

Собственные значения и собственные векторы 132

Инвариантные подпространства 133

Геометрия пространства E^n 135

ЧАСТЬ 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО 139

Практическое занятие 1. Понятие предела 139

Определение предела последовательности 139

Вычисление предела последовательности 141

Непрерывность и предел функции 147

Практическое занятие 2. Дифференцируемость функции одного переменного 151

Производная функции одного переменного 151

Логарифмическая производная 156

Производные функции, заданной неявно 158

Производные функции, заданной параметрически 159

Понятие дифференциала функции. Приближённые вычисления 160

Практическое занятие 3. Основные теоремы дифференциального исчисления 162

Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши 162

Правила Лопиталя 166

Формула Тейлора и формула Маклорена 167

Практическое занятие 4. Исследование функций одного переменного 172

Промежутки монотонности функции 172

Схема исследования функции на локальные экстремумы с помощью первой производной 173

Полное исследование функции 178

Практическое занятие 5. Интегрируемость функций одного переменного 179

Непосредственное интегрирование 179

Подведение под дифференциал 180

Методы подстановки (замены переменной интегрирования) и интегрирования по частям 181

Формула Ньютона-Лейбница, вычисление определённого интеграла методом замены переменной и интегрирования по частям 182

Задания для самостоятельной работы **184**

Предел и дифференцируемость функций одного переменного

Интегрируемость функций одного переменного

ЧАСТЬ 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ. РЯДЫ **194**

Практическое занятие 1. Дифференцируемость функций нескольких переменных **194**

Первые частные производные функций нескольких переменных 194

Частные производные функций нескольких переменных высших порядков 200

Дифференцируемость функций нескольких переменных 201

Дифференциалы высших порядков 203

Производные сложных и неявно заданных функций 204

Практическое занятие 2. Исследование функции нескольких переменных **207**

Градиент функции и производная по направлению 207

Экстремум функции двух переменных 208

Практическое занятие 3. Числовые ряды **210**

Непосредственное вычисление суммы числового ряда 210
Необходимый признак сходимости 211
Признак сравнения 212
Признак Даламбера 213
Знакопеременные ряды 214
Практическое занятие 4. Функциональные и степенные ряды 216
Функциональные ряды 216
Ряд Тейлора (Маклорена) 220
Задания для самостоятельной работы 222
Дифференцируемость функций нескольких переменных 222
Числовые ряды 224
Функциональные ряды 226

ЧАСТЬ 5. ТЕОРИЯ ПОЛЯ. ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗ. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ **230**
Практическое занятие 1. Базисные векторные поля **230**
Базисные векторные поля Базисные векторные поля полярной, цилиндрической и сферической систем координат 230
Практическое занятие 2. Криволинейные интегралы **240**
Вычисление криволинейных интегралов 240
Практическое занятие 3. Кратные интегралы **243**
Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах 243
Вычисление площади, объёма и массы 245
Вычисление двойного интеграла в полярных координатах 246
Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах 250
Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических координатах 251
Практическое занятие 4. Приложения **253**
Приложения криволинейных и кратных интегралов 253
Практическое занятие 5. Поверхностные интегралы **259**
Поверхностные интегралы первого рода 259
Поверхностные интегралы второго рода 261
Практическое занятие 6. Векторный анализ **262**

Градиент скалярного поля. Дивергенция и ротор векторного поля 262
Интегральные теоремы векторного анализа 267
Практическое занятие 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения 272
Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными 272
Дифференциальные уравнения с однородной правой частью 273
Линейные дифференциальные уравнения первого порядка 275
Неполные обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка 276
Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка 279
Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Лагранжа 281
Примеры из механики 283
Практическое занятие 8. Системы ОДУ **287**
Линейные однородные системы ОДУ, метод Эйлера 287
Линейные неоднородные системы ОДУ, метод Лагранжа 291
Задания для самостоятельной работы 293
Интегрирование и теория поля 293
Обыкновенные дифференциальные уравнения 298

ЧАСТЬ 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА С ЭЛЕМЕНТАМИ БЩЕЙ АЛГЕБРЫ

1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ

Практическое занятие 1. Теория множеств

Множества, операции, отношения

Задача 1.1.1. Найти все подмножества множества $M = \{2, 7, 9\}$.

Р е ш е н и е. Подмножествами данного множества являются: пустое множество $\varnothing$; само множество M; одноэлементные множества $\{2\}, \{7\}, \{9\}$; двухэлементные множества $\{2, 7\}, \{2, 9\}, \{7, 9\}$. $\otimes$

Задача 1.1.2. Найти пересечение, объединение и разность множеств $A = \{a, b, c, d, e, f\}, B = \{b, e, f, k\}$.

Р е ш е н и е. Пересечение множеств $A \cap B$ содержит три элемента

$$A \cap B = \{b, e, f\},$$

объединение множеств содержит семь элементов

$$A \cup B = \{a, b, c, d, e, f, k\},$$

разность

$$A - B = \{a, c, d\}. \otimes$$

Задача 1.1.3. Найти пересечение множеств решений неравенств

$$2x - 3 > x + 1,\ 3x - 8 < 2x + 1,$$

полагая, что $x \in R^1$.

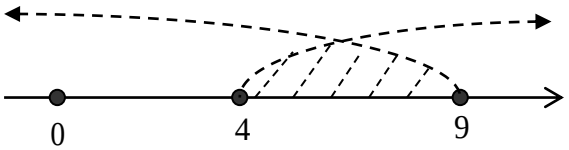


Рис. 1.

Р е ш е н и е. Решением первого неравенства является множество действительных чисел $x > 4$, решением второго неравенства является множество действительных чисел $x < 9$. Их пересечением (рисунок 1.1.1) является множество $M = \{x \in R^1 : 4 < x < 9\}$. $\otimes$

Задача 1.1.4. Найти произведение $A \times B$ множеств

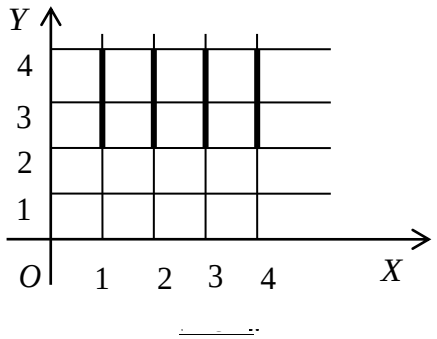
$$A=\{m,\ p\},\ B=\{e,\ f,\ k\}.$$

Р е ш е н и е. Составляем, согласно определению, всевозможные упорядоченные пары, первой компонентой которых является элемент множества A, а второй – элемент множества B:

$$A\times B=\{\{m,e\},\{m,\ f\},\{m,k\},\{p,e\},\{p,\ f\},\{p,k\}\}.\ \otimes$$

Задача 1.1.5. Изобразить на координатной плоскости произведение $A\times B$ множеств $A=\{1,2,3,4\}$, $B=\{x\in R^1:2\le y\le 4\}$.

Р е ш е н и е. Множество A конечно, а множество B – бесконечно, поэтому произведение множеств состоит из бесконечного множества упорядоченных пар, первым компонентом которых являются числа 1, 2, 3 или 4, а вторым – любое действительное число из замкнутого промежутка $[2,4]$. Множество пар координатной плоскости изобразится



в виде четырёх отрезков, параллельных оси ординат (рисунок 2). $\otimes$

Задача 1.1.6. Доказать транзитивность отношения равенства для произвольных множеств.

Р е ш е н и е. Пусть X, Y и Z – произвольные множества. Покажем, что из $X=Y$ и $Y=Z\ \Rightarrow\ X=Z$.

Пусть $x\in X$. Тогда, так как $X=Y$, имеем $x\in Y$. Но так как $Y=Z$, получаем $x\in Z$. Обратно, из $x\in Z$ следует, что $x\in X$. По закону тождества получаем $X=Z$. $\otimes$

Задача 1.1.7. Доказать, что для произвольных множеств A, B и C справедливо равенство: $A\setminus(B\cap C)=(A\setminus B)\cup(A\setminus C)$.

Р е ш е н и е. Покажем, что

$$A\setminus(B\cap C)\subset(A\setminus B)\cup(A\setminus C).$$

Пусть $x \in A \setminus (B \cap C)$. Откуда следует, что $x \in A$ и $x \notin B \cap C$. То есть, $x \in A$ и $x \notin B$, или $x \in A$ и $x \notin C$. Поэтому

$$x \in A \setminus B, \text{ или } x \in A \setminus C,$$

то есть

$$x \in (A \setminus B) \cup (A \setminus C).$$

Следовательно, в соответствие с определением части множества включение

$$A \setminus (B \cap C) \subset (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$$

доказано.

Включение $(A \setminus B) \cup (A \setminus C) \subset A \setminus (B \cap C)$ доказывается аналогично.

Из доказанных включений с учётом закона тождества получаем требуемое равенство $A \setminus (B \cap C) = (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$. $\otimes$

Задача 1.1.8. Проверить непосредственно, что для множеств

$$X = \{3, 5, 7\}, Y = \{7, 9\}, Z = \{0, 1\}$$

выполняется следующее равенство: $(X \cup Y) \times Z = (X \times Z) \cup (Y \times Z)$.

Р е ш е н и е. Для левой части равенства непосредственно получаем $X \cup Y = \{3, 5, 7, 9\}$ и далее имеем:

$$(X \cup Y) \times Z = \{3, 5, 7, 9\} \times \{0, 1\} =$$

$$= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{7, 0\}, \{9, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 1\}, \{9, 1\}\}.$$

Для правой части получаем аналогично:

$$(X \times Z) \cup (Y \times Z) = \{\{3, 5, 7\} \times \{0, 1\}\} \cup \{\{7, 9\} \times \{0, 1\}\} =$$

$$= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{7, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 1\}\} \cup \{\{7, 0\}, \{7, 1\}, \{9, 0\}, \{9, 1\}\} =$$

$$= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 0\}, \{7, 1\}, \{9, 0\}, \{9, 1\}\}.$$

Сравнивая полученные равенства, видим, что оба множества состоят из одних и тех же элементов, то есть, равны друг другу. $\otimes$

Задача 1.1.9. Выяснить, является ли на подмножестве

$$R^+ = \{x \in R^1 : x > 0\}$$

множества действительных чисел R^1 алгебраической операция $x * y = x^2$ и указать, обладает ли эта операция свойствами коммутативности и ассоциативности.

Р е ш е н и е. Пусть x, y, z – любые элементы из R^+. Тогда, очевидно, $\left(\forall x \in R^+\right) x^2 \in R^+$, то есть операция $(*)$ является бинарной алгебраической операцией. Так как по определению операции имеем

$$\left(\forall x \neq y\right) x * y = x^2 \neq y * x = y^2,$$

то операция $(*)$ не является коммутативной. Далее, так как

$$\left(\forall x \neq y \neq z \in R^+\right) x * \left(y * z\right) = x^2 \neq \left(x * y\right) * z = \left(x * y\right)^2 = x^4,$$

то операция $(*)$ не является ассоциативной. $\otimes$

Задача 1.1.10. Ассоциативна ли на множестве действительных чисел R^1 операция $x * y = \sin x \cdot \sin y$.

Р е ш е н и е. Для определённой операции имеем:

$$\left(\forall x, y, z \in R\right)\left(x * y\right) * z = \sin\left(\sin x \cdot \sin y\right) \cdot \sin z,$$

$$x * \left(y * z\right) = \sin x \cdot \sin\left(\sin y \cdot \sin z\right).$$

Очевидно, что $\left(x * y\right) * z = x * \left(y * z\right)$ выполняется не для всех x, y, z, следовательно, операция $(*)$ свойством ассоциативности не обладает. $\otimes$

Задача 1.1.11. На множестве $M = \{2, 4, 6, 8\}$ задано отношение «***меньше***». Изобразить это отношение: 1) выписав все упорядоченные пары; 2) построив граф отношения.

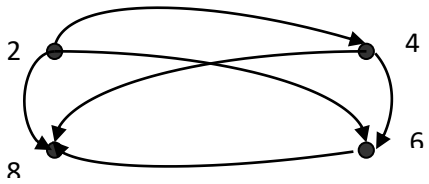


Рис. 1.8.3.

Р е ш е н и е. Отношение имеет вид:

$$2 < 4, 2 < 6, 2 < 8, 4 < 6, 4 < 8, 6 < 8.$$

Запишем отношение в виде подмножества $\Re \subset M \times M$ произведения множества M на себя, то есть в виде множества упорядоченных пар:

$$\{2, 4\}, \{2, 6\}, \{2, 8\}, \{4, 6\}, \{4, 8\}, \{6, 8\}.$$

Граф отношения приведён на рисунке 3. $\otimes$

Задача 1.1.12. Пусть $M=\{f,\ p,\ q\}$ и задано подмножество $\Re$ множества $M\times M$

$$\{\{f,\ p\},\{f,\ q\},\{f,\ f\},\{p,\ f\},\{q,\ f\},\{p,\ q\},\{p,\ p\},\{q,\ p\},\{q,\ q\}\}.$$

Обладает ли определяемое этим подмножеством отношение свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности?

Р е ш е н и е. Очевидно, что для элементов множества $\Re$ истинны следующие высказывания:

$$1)\ \{f,\ f\},\{p,\ p\},\{q,\ q\}\in\Re;$$

$$2)\ \{f,\ p\}\wedge\{p,\ f\}\in\Re,\ \{f,\ q\}\wedge\{q,\ f\}\in\Re,$$
$$\{p,\ q\}\wedge\{q,\ p\}\in\Re;$$

$$3)\ \{f,\ p\}\in\Re\wedge\{p,\ q\}\in\Re\Rightarrow\{f,\ q\}\in\Re,$$
$$\{f,\ q\}\in\Re\wedge\{q,\ p\}\in\Re\Rightarrow\{f,\ p\}\in\Re,$$
$$\{p,\ f\}\in\Re\wedge\{f,\ q\}\in\Re\Rightarrow\{p,\ q\}\in\Re.$$

Поэтому отношение $\Re$ на множестве M, заданное множеством упорядоченных пар элементов M, рефлексивно, симметрично и транзитивно. $\otimes$

Задача 1.1.13. Показать, что отношение включения $\subset$ является отношением порядка.

Р е ш е н и е. 1) Пусть X – произвольное множество. Так как всегда $X\subset X$, то отношение $\subset$ рефлексивно. 2) Пусть $X,\ Y,\ Z$ – произвольные множества, для которых выполняются включения $X\subset Y$ и $Y\subset Z$. Если $x\in X$, то в силу $X\subset Y$ имеем $x\in Y$, а так как $Y\subset Z$, то и $x\in Z$. Поэтому $(X\subset Y\wedge Y\subset Z)\Rightarrow X\subset Z$, то есть отношение $\subset$ транзитивно. 3) Так как по закону тождества имеем

$$(X\subset Y\wedge Y\subset X)\Leftrightarrow X=Y,$$

то отношение $\subset$ антисимметрично.

Отношение $\subset$ рефлексивно, транзитивно и антисимметрично и, следовательно, является отношением порядка. $\otimes$

Задача 1.1.14. Пусть функция $f: M_1\to M_2$, где $M_1\subset R^1$ и $M_2\subset R^1$, задана формулой $y=\pm\sqrt{1-x^2}$. Требуется: найти множество определения M_1 и множество значений M_2 этой функции; выяснить, является ли данная функция отображением или преобразованием; выяснить, является ли f инъективной, сюръективной или биективной.

Р е ш е н и е. Множеством определения функции f является множество $M_1 = \{x \in R^1 : -1 \le x \le 1\}$, а множеством значений – множество $M_2 = M_1$, следовательно f осуществляет отображение M_1 на M_1, то есть является преобразованием. Так как $(\exists x \in M_1)\colon f(x) = f(-x)$, то преобразование f не является инъективным, но очевидно, что f – сюръективно. Следовательно, отображение f не является биективным. $\otimes$

Задача 1.1.15. Доказать, что множество натуральных чисел N с операцией $(*)\colon x * y = \min\{x, y\}$ является полугруппой.

Р е ш е н и е. Исходя из определения полугруппы, нужно проверить, что операция $(*)$ является алгебраической и ассоциативной. Так как

$$(\forall x, y \in N)\, x * y = \min\{x, y\} \in N,$$

то операция $(*)$ является алгебраической. Проверим её на ассоциативность, имеем:

$$(\forall x, y, z \in N)\,(x * y) * z = \min\{\min\{x, y\}, z\} = \min\{x, \min\{y, z\}\}.$$

Операция $(*)$ ассоциативна. Поэтому $(N, *)$ – полугруппа. $\otimes$

Задача 1.1.16. Доказать, что множество положительных действительных чисел $R^+ = \{x \in R^1 : x > 0\}$, в котором операции «сложения» и «умножения на число» введены по правилам

$$(\forall x, y \in R^+ \wedge \forall \alpha \in R)\, x + y \overset{def}{=} x \cdot y \wedge \alpha \cdot x \overset{def}{=} x^{\alpha},$$

является векторным пространством.

Р е ш е н и е. Согласно определению векторного пространства, в множестве R^+ должны выполняться две группы аксиом.

Аксиомы сложения:

1) $(\forall x, y \in A)\, x + y = y + x$ (**коммутативность**);
2) $(\forall x, y, z \in A)\,(x + y) + z = x + (y + z)$ (**ассоциативность**);
3) $(\exists 0 \in A)\colon (\forall x \in A)\, x + 0 = x$ (существование нулевого элемента);
4) $(\forall x \in A)(\exists (-x) \in A)\colon x + (-x) = 0$ (существование противоположного элемента).

Аксиомы умножения на число:

5) $(\forall x \in A \wedge \forall \alpha, \beta \in R)\,(\alpha + \beta) \cdot x = \alpha \cdot x + \beta \cdot x$;
6) $(\forall x, y \in A \wedge \forall \alpha \in R)\, \alpha \cdot (x + y) = \alpha \cdot x + \alpha \cdot y$;
7) $(\forall x \in A)\, 1 \cdot x = x$;
8) $(\forall x \in A \wedge \forall \alpha, \beta \in R)\,(\alpha \cdot \beta) \cdot x = \alpha \cdot (\beta \cdot x)$.

Во множестве R^+ операция «сложения» является бинарной алгебраической операцией, а операция «умножения на число» является внешней бинарной операцией, так как

$$\left(\forall x,\, y \in R^+ \wedge \forall \alpha \in R^1\right) x \cdot y \in R^+ \wedge x^\alpha \in R^+.$$

Проверим выполнение аксиом.

1) Коммутативность операции «сложения» выполняется, так как

$$\left(\forall x,\, y \in R^+\right) x \cdot y = y \cdot x.$$

2) Ассоциативность операции «сложения» выполняется, так как

$$\left(\forall x,\, y,\, z \in R^+\right)\left(x \cdot y\right) \cdot z = x \cdot \left(y \cdot z\right).$$

3) В качестве нулевого элемента выбираем единицу, так как

$$\left(\forall x \in R^+\right) 1 \cdot x = x \cdot 1 = x.$$

4) Противоположный элемент

$$-x = \frac{1}{x},$$

так как $\left(\forall x \in R^+\right) x \cdot \frac{1}{x} = 1.$

5) Так как $x^{\alpha+\beta} = x^\alpha \cdot x^\beta$, то

$$\left(\alpha + \beta\right) \cdot x = \alpha \cdot x + \beta \cdot x.$$

6) Так как $\left(x \cdot y\right)^\alpha = x^\alpha \cdot y^\alpha$, то

$$\alpha \cdot \left(x + y\right) = \alpha \cdot x + \alpha \cdot y.$$

7) Так как $x^1 = x$, то

$$1 \cdot x = x.$$

8) Так как $x^{\alpha \cdot \beta} = \left(x^\beta\right)^\alpha$, то

$$\left(\alpha \cdot \beta\right) \cdot x = \alpha \cdot \left(\beta \cdot x\right).$$

Все аксиомы векторного пространства выполняются, следовательно, множество R^+ с введёнными операциями является векторным пространством над полем действительных чисел R^1. ⊗

Практическое занятие 2. Числовые поля

Комплексные числа

Задача 1.2.1. Построить точку, изображающую комплексное число $z = -3 - 4i$.

Р е ш е н и е. В данной задаче $z = a + bi = -3 - 4i$. Так как на комплексной плоскости $a = x$ и $b = y$, то точка, изображающая на комплексной плоскости число z, имеет координаты $x = -3$ и $y = -4$. ⊗

Задача 1.2.2. Найти модуль и аргумент комплексного числа $z = -4 - 4\sqrt{3}i$.

Р е ш е н и е. Модуль числа $|z| = \sqrt{(-4)^2 + (-4\sqrt{3})^2} = 8$. Точка z лежит в третьей четверти, поэтому $\arg z = arctg\sqrt{3} = -\frac{2\pi}{3}$. $\otimes$

Задача 1.2.3. Выполнить указанные действия:

$$\frac{(3-4i)(2-i)}{2+i} - \frac{(3+4i)(2+i)}{2-i}.$$

Р е ш е н и е. Выполняем действия, раскрывая скобки и учитывая свойство мнимой единицы $i^2 = -1$. $\otimes$

Задача 1.2.4. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $-2 < \operatorname{Im} z \le 3$.

Р е ш е н и е. Так как на комплексной плоскости $\operatorname{Im} z = y$, то искомое множество точек является полосой, заключённой между прямыми линиями с уравнениями $y = -2$ и $y = 3$, причём точки первой прямой этому множеству не принадлежат, а точки второй прямой принадлежат. $\otimes$

Задача 1.2.5. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $|z-1| < 3$.

Р е ш е н и е. Положим $z = x + iy$. Тогда имеем $z - 1 = (x-1) + iy$, откуда получаем

$$|z-1| = \sqrt{(x-1)^2 + y^2} < 3,$$

или

$$(x-1)^2 + y^2 < 9.$$

Искомое множество точек комплексной плоскости является внутренностью круга радиуса 3 с центром в точке $(1; 0)$. $\otimes$

Задача 1.2.6. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $\log_3 |z - 3i| < 1$.

Р е ш е н и е. Положим $z = x + iy$. Тогда для числа $z - 3i$ имеем

$$z - 3i = x + i(y-3),$$

откуда получаем

$$|z - 3i| = \sqrt{x^2 + (y-3)^2}.$$

Решая неравенство

$$\log_3 \sqrt{x^2 + (y-3)^2} < 1,$$

получаем $x^2 + (y-3)^2 < 9$. Искомое множество точек является внутренностью круга радиуса 3 с центром в точке с координатами $(0; 3)$. $\otimes$

Задача 1.2.7. Представить комплексное число

$$z = -\cos\vartheta + i\sin\vartheta$$

в тригонометрической форме.

Р е ш е н и е. Стандартная запись комплексного числа в тригонометрической форме имеет вид $z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$. По формулам приведения имеем $-\cos\vartheta = \cos(\pi - \vartheta)$. Поэтому, полагая $r = 1$ и $\varphi = \pi - \vartheta$, получаем стандартную запись комплексного числа в тригонометрической форме

$$z = \cos(\pi - \vartheta) + i\sin(\pi - \vartheta). \otimes$$

Задача 1.2.8. Представить комплексное число $z = 4 - 4\sqrt{3}\cdot i$ в тригонометрической форме.

Р е ш е н и е. 1) Находим модуль: $|z| = \sqrt{4^2 + (-4\sqrt{3})^2} = 8.$

2) Находим аргумент. Так как $\cos\varphi = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$, $\sin\varphi = \frac{-4\sqrt{3}}{8} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$, то $\varphi = -\frac{\pi}{3}$.

Следовательно, $z = 8\left[\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) + i\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right)\right]. \otimes$

Задача 1.2.9. Выполнить умножение комплексных чисел:

$$8\left(\cos\frac{\pi}{3} + i\sin\frac{\pi}{3}\right)\cdot\frac{1}{16}\left(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6}\right).$$

Р е ш е н и е. Используя формулу умножения, получаем:

$$8\cdot\frac{1}{16}\left(\cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6}\right) + i\sin\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6}\right)\right) = \frac{1}{2}\left(\cos\frac{\pi}{2} + i\sin\frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2}i. \otimes$$

Задача 1.2.10. Выполнить деление комплексных чисел:

$$2\left(\cos\frac{2\pi}{3} + i\sin\frac{2\pi}{3}\right) : 4\left(\cos\frac{\pi}{2} + i\sin\frac{\pi}{2}\right).$$

Р е ш е н и е. Используем формулу деления комплексных чисел, получаем:

$$\frac{2}{4}\left(\cos\left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) + i\sin\left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right)\right) = \frac{1}{2}\left(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{1}{4}i. \otimes$$

Задача 1.2.11. Возвести комплексное $2\left(\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) + i\sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right)\right)$ число в седьмую степень.

Р е ш е н и е. По формуле возведения комплексного числа в степень имеем:

$$\left[2\left(\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) + i\sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right)\right)\right]^7 = 2^7\left(\cos\left(-\frac{21\pi}{4}\right) + i\sin\left(-\frac{21\pi}{4}\right)\right) =$$

$$= -64\sqrt{2} + 64\sqrt{2}\,i. \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

1. Пусть $M = \{4, 8, 11, 22\}$. Образовать всевозможные подмножества этого множества и указать их число.

2. Пусть

$$X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\},\ Y = \{2, 4, 6, 8, 10\}.$$

Найти $X \cap Y,\ X \cup Y,\ X - Y,\ Y - X$.

3. Пусть $X = [1, 3) \cup (5, 7]$ и $Y = [2, 6]$. Найти $X \cap Y,\ X \cup Y,\ X - Y,\ Y - X$.

4. Найти пересечение и объединение множеств решений неравенств:

$$3x + 4 \geq 7x - 16,\ |x - 3| < 1.$$

5. Изобразить на декартовой плоскости произведение множеств:

а) $X = \{x : 2 \leq x \leq 6\},\ Y = \{y : 3 < y \leq 5\}$;

б) $X = R,\ Y = \{y : -2 < y \leq 3\}$;

в) $[0, 1] \times [0, 1]$;

г) $[1, 2] \times (-\infty, +\infty)$;

д) $(0, +\infty) \times [-2, -3]$.

6. Доказать, что для произвольных множеств X, Y, Z справедливы равенства:

а) $X \cup (X \cap Y) = X$;

б) $X \cap (X \cup Y) = X$

в) $(X \cup Y) \setminus (X \cap Y) = (X \setminus Y) \cup (Y \setminus X)$;

г) $(X \setminus Y) \setminus Z = (X \setminus Z) \setminus Y$;

д) $Y \cup (X \setminus Y) = X \cup Y$;

е) $(X \cup Y) \times Z = (X \times Z) \cup (Y \times Z)$;

ж) $(X \cap Y) \times Z = (X \times Z) \cap (Y \times Z)$;

з) $(X - Y) \times Z = (X \times Z) - (Y \times Z)$;

и) $X \cup Y \subset Z \Rightarrow X \times Y = (X \times Z) \cap (Z \times Y)$.

7. Слушатели потока в 100 человек изучают английский, немецкий и французский языки. Причём, 28 слушателей изучают английский язык, 30 - немецкий, 42 - французский, 8 - английский и немецкий, 10 - английский и французский, 5 - немецкий и французский. Сколько слушателей

изучают только один язык? (проиллюстрировать решение задачи геометрически, используя диаграммы Эйлера).

8. Истинны или ложны для любых X, Y, Z следующие высказывания:

а) $\left(X \subset Y \wedge Y \subset Z\right) \Rightarrow X \subset Z$;

б) $\left(X \neq Y \wedge Y \neq Z\right) \Rightarrow X \neq Z$.

9. Найти множество истинности предиката: $\left\langle \dfrac{x^2-5x+6}{x^3-1} < 0 \right\rangle$.

10. Найти множество истинности предиката:

$$\left\langle \begin{array}{c} \textit{Корни системы} \\ \textit{уравнений} \end{array} \begin{cases} x-y=m-1 \quad \textit{одновременно} \\ 2x-y=3-m \ \textit{положительны.} \end{cases} \right\rangle$$

11. Найти множество истинности предиката: $\left\langle x \cdot \left(x-2\right) \cdot \left(x+3\right) > 0 \right\rangle$.

12. Записать высказывания, используя логические символы:

1) «существует такое число x, что для любого числа y справедливо равенство $x+y=0$»;

2) «если число больше 6, то его квадрат больше 36».

13. Выяснить, являются ли алгебраическими операции сложения, вычитания, умножения и деления на указанных подмножествах множества R действительных чисел и указать, какие из алгебраических операций обладают свойствами коммутативности и ассоциативности:

а) N; б) $N_{2k} = \left\{2k : k \in N\right\}$; в) $N_{2k-1} = \left\{2k-1 : k \in N\right\}$;

г) Z; д) $Z_{2k} = \left\{2k : k \in Z\right\}$; е) R; ж) $R - \left\{0\right\}$;

з) $R^+ = \left\{x \in R : x > 0\right\}$; и) $R - Q$; к) $\left\{0, 1\right\}$.

14. Выяснить, являются ли алгебраическими указанные операции на подмножестве $R^+ = \left\{x \in R : x > 0\right\}$ множества действительных чисел R, и указать, какие из алгебраических операций обладают свойствами коммутативности и ассоциативности:

1) $x * y = \dfrac{x+y}{2}$; 2) $x * y = x + y - 1$; 3) $x * y = x^2 y$;

4) $x * y = \sqrt{xy}$; 5) $x * y = \left|x - y\right|$; 6) $x * y = x^y$;

7) $x * y = x^2 + y^2$; 8) $x * y = x \cdot y^{\frac{x}{|x|}}$.

15. На множестве $X = \{2, 4, 6, 8\}$ рассматриваются отношения «x равно y», «x кратно y» и «x больше y на 2». Какое из приведённых ниже подмножеств множества $X \times X$ задаёт соответствующее отношение?

а) $\{\{4, 2\}, \{6, 2\}, \{8, 2\}, \{6, 4\}, \{8, 4\}, \{8, 6\}, \{2, 2\}, \{4, 4\}, \{6, 6\}, \{8,8\}\}$;

б) $\{\{4, 2\}, \{6, 4\}, \{8, 6\}\}$;

в) $\{\{2, 2\}, \{4, 4\}, \{6, 6\}, \{8, 8\}\}$.

16. Доказать, что:

а) множество натуральных чисел N с операциями $(*): x * y = x$ и $(\circ): x \circ y = 1$ является полугруппой;

б) множества всех целых чисел Z, всех рациональных чисел Q и всех действительных чисел R являются аддитивными группами, если в качестве групповой операции выбрано сложение чисел.

17. Найти действительные числа x и y, если:

а) $\dfrac{5x + 2xi - 3y - 3yi}{3 + 4i} = 2$; б) $\dfrac{2u + 4i}{2x + y} - \dfrac{y}{x - i} = 0$.

18. Найти $\operatorname{Re} z$ и $\operatorname{Im} z$, если:

а) $z = \dfrac{(1 - 2i)^3}{i} + 4i^{16}$; б) $z = \dfrac{3 - 2i}{1 - 4i} + i^9$;

в) $z = \dfrac{5i - 2}{3i + 1} + i + \dfrac{8i - 3}{2 - i}$; г) $z = \dfrac{1}{4}\left(\dfrac{17 + 31i}{7 + i} + \dfrac{12}{(1 + i)^4}\right) + i$.

19. Выполнить указанные действия:

1) $(1 + 2i)^6$;

2) $(2 + 3i) \cdot (4 - 5i) + (2 - 3i) \cdot (4 + 5i)$;

3) $(x - 1 - i) \cdot (x - 1 + i) \cdot (x + 1 + i) \cdot (x + 1 - i)$;

4) $(1 + 2i)^5 - (1 - 2i)^5$;

5) $\left(-\dfrac{1}{2} + \dfrac{i \cdot \sqrt{3}}{2}\right)^2$;

6) $\dfrac{(1-i)^5-1}{(1+i)^5+1}$;

7) $\dfrac{(1+2i)^2-(2-i)^3}{(1-i)^3+(2+i)^2}$;

8) $\dfrac{(1+2i)^3+(1-2i)^3}{(2-i)^2-(2+i)^2}$;

9) $\dfrac{(3-4i)(2-i)}{2+i}-\dfrac{(3+4i)(2+i)}{2-i}$;

10) $\dfrac{5+12i}{8-6i}+\dfrac{(1+2i)^2}{2+i}$;

11) $\left[\dfrac{1}{3}\left((1-i)^4+\dfrac{7-24i}{4-3i}\right)+i\right]\dfrac{8}{(1+i)^2}$.

20. Найти такие вещественные числа x и y, что следующие пары комплексных чисел будут комплексно-спряжёнными:

а) $z_1=y^2-2y+xy-x+y+(x+y)i$, $z_2=-y^2+2y+11-4i$;

б) $z_1=x+y^2+1+4i$, $z_2=ixy^2+iy^2-3$.

21. Решить уравнения:

1) $|z|+z=1+2i$;

2) $2|z|-4az+1+ai=0\ (a\in R)$;

3) $|z|+z=2-i$;

4) $3z^2-(14-8i)z+8(4-3i)=0$;

5) $2(2-i)z^2+(7-i)z+5(1+i)=0$;

6) $(2+4i)z^2+2z+6-6i=0$;

7) $z^4-12z^2+64=0$.

22. Решить систему уравнений:

1) $\begin{cases}(1-i)x-(3+i)y=4,\\ 5x-(4+2i)y=4i;\end{cases}$ 2) $\begin{cases}(1-i)x+3iy=5,\\ 2x-(3-3i)y=6.\end{cases}$

23. Построить точки, изображающие комплексные числа:

1) $z_1=-3+3i$; 2) $z_2=5-i$; 3) $z_3=2i$; 4) $z_4=-\sqrt{2}i$.

24. Найти модуль и аргумент комплексных чисел:

1) $z_1=-3+3i$; 2) $z_2=-2i$; 3) $z_3=5-\sqrt{2}$.

25. Найти множество точек комплексной плоскости, для которых:

1) $-\dfrac{\pi}{6}<\arg z<\dfrac{\pi}{4}$; 2) $1\le|z+1|<3$; 3) $|z+i|=1$;

4) $\dfrac{\pi}{4}\le\arg(z-2+i)\le\pi$; 5) $\begin{cases}\dfrac{\pi}{4}<\arg z<\pi,\\ |1-2i-z|=2;\end{cases}$

6) $|z-1-i|\ge|z-2+i|$; 7) $|z-1+2i|\ge3$; 8) $|z-2i|+|z-i|=1$.

26. Представить комплексные числа в тригонометрической форме:

1) $z=16-16\sqrt{3}i$; 2) $z=-6\sqrt{3}-6i$; 3) $z=(\sqrt{5}-2)i$.

27. Представить комплексные числа в алгебраической форме:

1) $z=5\sqrt{2}\left(\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)+i\sin\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)\right)$;

2) $z=4\left(\cos\left(-\dfrac{5\pi}{6}\right)+i\sin\left(-\dfrac{5\pi}{6}\right)\right)$.

28. Представив комплексные числа в тригонометрической форме, выполнить указанные действия:

$\left(\cos\left(-\dfrac{\pi}{12}\right)+i\sin\left(-\dfrac{\pi}{12}\right)\right)(-3+\sqrt{3}i)$;

$4\sqrt{3}\left(\cos\dfrac{\pi}{3}+i\sin\dfrac{\pi}{3}\right):(\sqrt{3}-i)$;

$\left(-\dfrac{\sqrt{3}}{3}-\dfrac{\sqrt{3}}{3}i\right)(1+i)$; $\left(-\sqrt{5}+\sqrt{5}i\right)^3(1+i)^2$; $\dfrac{2\sqrt{3}-2i}{(-1+i)(\sqrt{2}+\sqrt{6}i)}$.

29. Извлечь корни из комплексных чисел, предварительно представив их в тригонометрической форме:

1) $\sqrt{-6+6\sqrt{3}i}$;

2) $\sqrt[3]{-13{,}5\sqrt{2}--13{,}5\sqrt{2}i}$;

3) $\sqrt[4]{-8-8\sqrt{3}i}$.

30. Представив комплексные числа

$$z_1=-1-i,\ z_2=\sqrt{2}-\sqrt{2}i,\ z_3=1+\sqrt{3}i$$

в тригонометрической форме, вычислить выражение $\dfrac{z_1 z_3}{z_2}$.

2. ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА И ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ

Практическое занятие 1. Векторная алгебра

Метод координат, векторы

Пример 2.1.1. В декартовой системе координат задана точка $A(1;5;3)$. Найти координаты точки B, расположенной симметрично точке $A(1;5;3)$ относительно координатной плоскости X^1OX^2.

Р е ш е н и е. Координаты точки B по осям OX^1 и OX^2 такие же, как и уточки A, а координата по оси OX^3 имеет противоположный знак. Следовательно, $B(1;5;-3)$. $\otimes$

Пример 2.1.2. В декартовой системе координат своими разложениями по каноническому базису заданы векторы

$$\vec{x}=\vec{e}_1+3\vec{e}_2-2\vec{e}_3,\ \vec{y}=2\vec{e}_2+5\vec{e}_3,\ \vec{z}=3\vec{e}_1+13\vec{e}_2+4\vec{e}_3.$$

Найти значение линейной комбинации

$$\vec{u}=3\vec{x}+2\vec{y}-\vec{z}$$

этих векторов и сделать вывод о линейной зависимости, или линейной независимости системы $\left\{\vec{x},\ \vec{y},\ \vec{z}\right\}$ и взаимном расположении векторов.

Р е ш е н и е. Находим линейную комбинацию:

$$3\vec{x}+2\vec{y}-\vec{z}=$$

$$=3\left(\vec{e}_1+3\vec{e}_2-2\vec{e}_3\right)+2\left(2\vec{e}_2+5\vec{e}_3\right)-\left(3\vec{e}_1+13\vec{e}_2+4\vec{e}_3\right)=$$

$$=0\vec{e}_1+0\vec{e}_2+0\vec{e}_3=\vec{0}.$$

Значением линейной комбинации трёх векторов с ненулевыми коэффициентами является нуль-вектор. Поэтому система векторов линейно зависима. Так как векторы заданы в пространстве R^3, заключаем, что они компланарны, то есть лежат в одной плоскости. $\otimes$

Пример 2.1.3. В декартовой системе координат заданы векторы

$$\vec{x}=\vec{e}_1+2\vec{e}_2+3\vec{e}_3,\ \vec{y}=4\vec{e}_1+6\vec{e}_3.$$

Найти норму вектора $\vec{z}=2\vec{x}-5\vec{y}$.

Р е ш е н и е. Находим вектор

$$\vec{z}=2\vec{x}-5\vec{y}=2\left(\vec{e}_1+2\vec{e}_2+3\vec{e}_3\right)-5\left(4\vec{e}_1+6\vec{e}_3\right)=$$

$$=-18\vec{e}_1+4\vec{e}_2-24\vec{e}_3.$$

Находим норму вектора $\vec{z}$: $\left\|\vec{z}\right\|=\sqrt{(-18)^2+4^2+(-24)^2}=\sqrt{916}.\ \otimes$

Пример 2.1.4. На плоскости R^2 задан параллелограмм, три вершины которого имеют, соответственно, координаты $O(0;\ 0),\ B(1;\ 2),\ D(5;\ 0)$ (рисунок 1.1). Найти:

1) координаты вершины C;

2) косинус угла между сторонами OB и OD;

3) длины диагоналей и косинус угла между ними.

Р е ш е н и е. 1) По определению координаты вершины C равны координатам вектора $\vec{OC}$ (рисунок 1.1), который равен сумме векторов

$$\vec{OC} = \vec{OB} + \vec{OD}.$$

Так как $\vec{OB} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2$, а $\vec{OD} = 5\vec{e}_1$, то $\vec{OC} = 6\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2$.

2) Вычисляем скалярное произведение векторов $\vec{OB}$ и $\vec{OD}$:

$$\left(\vec{OB}, \vec{OD}\right) = 5.$$

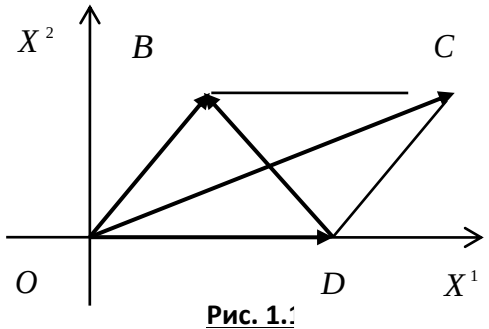


Рис. 1.1

3) Вычисляем длины векторов: $\vec{OB}$ и $\vec{OD}$:

$$\left\|\vec{OB}\right\| = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} \approx 2{,}236;$$

$$\left\|\vec{OD}\right\| = \sqrt{5^2 + 0^2} = \sqrt{25} = 5.$$

4) Находим $\cos\left\{\vec{OB}, \vec{OD}\right\}$: $\cos\left\{\vec{OB}, \vec{OD}\right\} = \dfrac{5}{5 \cdot 2{,}236} \approx 0{,}447.$

5) Находим диагональ $\vec{DB}$:

$$\vec{DB} = \vec{OB} - \vec{OD} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 5\vec{e}_1 = -4\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2.$$

6) Далее, $\left\|\vec{OC}\right\| = \sqrt{6^2 + 2^2} = 2\sqrt{10}$; $\left\|\vec{DB}\right\| = \sqrt{(-4)^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}.$

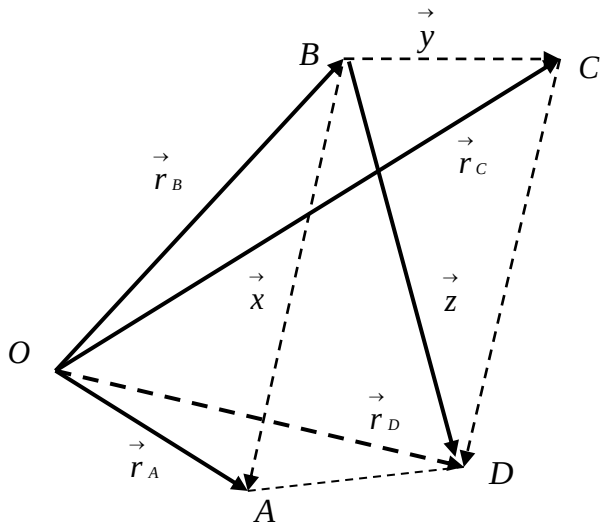
7) Находим косинус угла между диагоналями:

$$\cos\left\{\vec{OC},\vec{DB}\right\}=\frac{\left(\vec{OC},\vec{DB}\right)}{\left\|\vec{OC}\right\|\cdot\left\|\vec{DB}\right\|}=\frac{(-4)\cdot 6+2\cdot 2}{2\sqrt{10}\cdot 2\sqrt{5}}=-\frac{\sqrt{2}}{2}.\otimes$$

Пример 2.1.5. Даны радиус-векторы трёх последовательных вершин параллелограмма $ABCD$. Найти радиус-вектор четвёртой вершины и косинусы углов между диагоналями параллелограмма, если известно, что:

$$\vec{r}_A=\vec{e}_1+\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{r}_B=\vec{e}_1+3\vec{e}_2+5\vec{e}_3,\ \vec{r}_C=-7\vec{e}_1+2\vec{e}_2-10\vec{e}_3;$$

Р е ш е н и е. Изобразим ситуацию на рисунке, не заботясь о точности изображения. Главное, чтобы рисунок отображал ситуацию качественно.



Из рисунка видно, что:

$$\vec{r}_A-\vec{r}_B=\vec{x},\ \vec{r}_C-\vec{r}_B=\vec{y},\ \vec{x}+\vec{y}=\vec{z},$$

$$\vec{r}_D=\vec{r}_B+\vec{z}=\vec{r}_B+\vec{r}_A-\vec{r}_B+\vec{r}_C-\vec{r}_B=\vec{r}_A+\vec{r}_C-\vec{r}_B.$$

Подставляя разложения векторов в полученную формулу, вычисляем все требуемые в задаче величины. $\otimes$

Пример 2.1.6. В пространстве R^2 своими координатами заданы векторы

$$\vec{x}=3\vec{e}_1+\sqrt{7}\,\vec{e}_2,\ \vec{y}=\vec{e}_1+\sqrt{24}\,\vec{e}_2.$$

Найти какой-либо вектор $\vec{z}$, направленный по биссектрисе угла $\left\{\vec{x},\vec{y}\right\}$.

Р е ш е н и е. 1) Находим длины векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$:

$$\left\|\vec{x}\right\| = \sqrt{3^2 + \left(\sqrt{7}\right)^2} = 4;$$

$$\left\|\vec{y}\right\| = \sqrt{1^2 + \left(\sqrt{24}\right)^2} = 5.$$

2) Находим орты векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$:

$$\vec{e}_{\vec{x}} = \frac{1}{\left\|\vec{x}\right\|} \cdot \vec{x} = \frac{3}{4}\vec{e}_1 + \frac{\sqrt{7}}{4}\vec{e}_2;\ \vec{e}_{\vec{y}} = \frac{1}{\left\|\vec{y}\right\|} \cdot \vec{y} = \frac{1}{5}\vec{e}_1 + \frac{\sqrt{24}}{5}\vec{e}_2.$$

3) Находим диагональ ромба, построенного на ортах $\vec{e}_x$ и $\vec{e}_y$:

$$\vec{z} = \vec{e}_x + \vec{e}_y = \frac{19}{20}\vec{e}_1 + \frac{5\sqrt{7} + 8\sqrt{6}}{20}\vec{e}_2.$$

Диагональ ромба направлена по биссектрисе угла, образованного его сторонами, поэтому найденный вектор $\vec{z}$ является искомым вектором. $\otimes$

Пример 2.1.7. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами задан вектор

$$\vec{x} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3.$$

Найти направляющие косинусы данного вектора.

Р е ш е н и е. 1) Находим длину вектора:

$$\left\|\vec{x}\right\| = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 4^2} = \sqrt{21}.$$

2) Находим орт вектора: $\vec{e}_x = \frac{1}{\sqrt{21}}\vec{e}_1 + \frac{-2}{\sqrt{21}}\vec{e}_2 + \frac{4}{\sqrt{21}}\vec{e}_3.$

3) Направляющие косинусы вектора равны координатам его орта, поэтому имеем:

$$\cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_1\right\} = \frac{1}{\sqrt{21}},\ \cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_2\right\} = -\frac{2}{\sqrt{21}},\ \cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_3\right\} = \frac{4}{\sqrt{21}}. \otimes$$

Пример 2.1.8. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами заданы векторы

$$\vec{x} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3,\ \vec{y} = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Найти скалярное произведение $\left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right)$ двумя способами.

Р е ш е н и е. 1. Находим линейные комбинации $\vec{x} - 2\vec{y}$ и $3\vec{x} + \vec{y}$:

$$\vec{x} - 2\vec{y} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 - 2\left(\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3\right) = -\vec{e}_1 - 10\vec{e}_2 + 8\vec{e}_3,$$

$$3\vec{x} + \vec{y} = 3\left(\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3\right) + \left(\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3\right) = 4\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3.$$

Находим скалярное произведение $\left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right)$:

$$\left(-\vec{e}_1 - 10\vec{e}_2 + 8\vec{e}_3, 4\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3\right) =$$

$$= -4 + 20 + 80 = 96.$$

2. Используем свойства скалярного произведения:

$$\left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right) = \left(\vec{x}, 3\vec{x}\right) + \left(\vec{x}, \vec{y}\right) + \left(-2\vec{y}, 3\vec{x}\right) + \left(-2\vec{y}, \vec{y}\right) =$$

$$= 3\left(\vec{x}, \vec{x}\right) + \left(\vec{x}, \vec{y}\right) - 6\left(\vec{y}, \vec{x}\right) - 2\left(\vec{y}, \vec{y}\right) =$$

$$= 3\left\|\vec{x}\right\| - 5\left\|\vec{x}\right\|\left\|\vec{y}\right\|\cos\left\{\vec{x}, \vec{y}\right\} - 2\left\|\vec{y}\right\|.$$

Теперь можно произвести вычисления, используя данные задачи. ⊗

Пример 2.1.9. Дано: $\left\|\vec{x}\right\| = 3,\ \left\|\vec{y}\right\| = 2\sqrt{5},\ \left\{\vec{x}, \vec{y}\right\} = \frac{\pi}{4}$. Найти

$$\left(\vec{x} + 3\cdot\vec{y}, 3\cdot\vec{x} - \vec{y}\right).$$

Р е ш е н и е. Используя свойства скалярного произведения, получаем:

$$\left(\vec{x}+3\vec{y},\,3\vec{x}-\vec{y}\right)=3\left\|\vec{x}\right\|^2-\left(\vec{x},\,\vec{y}\right)+9\left(\vec{y},\,\vec{x}\right)-3\left\|\vec{y}\right\|^2=$$

$$=3\left\|\vec{x}\right\|^2+8\left\|\vec{x}\right\|\cdot\left\|\vec{y}\right\|\cos\left\{\vec{x},\,\vec{y}\right\}-3\left\|\vec{y}\right\|^2=-33+24\sqrt{10}.\otimes$$

Пример 2.1.10. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы три вектора:

$$\vec{a}_1=\vec{e}_1+2\vec{e}_2-3\vec{e}_3,\ \vec{a}_2=5\vec{e}_1-3\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{a}_3=-2\vec{e}_1+4\vec{e}_2+\vec{e}_3.$$

1) Показать, что векторы $\left\{\vec{a}_1,\,\vec{a}_2,\,\vec{a}_3\right\}$ образуют новый базис в пространстве R^3.

2) Найти координаты вектора $\vec{x}=3\vec{e}_1+\vec{e}_2+6\vec{e}_3$ относительно базиса $\left\{\vec{a}_1,\,\vec{a}_2,\,\vec{a}_3\right\}$.

Р е ш е н и е. 1) Исходя из определения линейной независимости, составляем систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases}\alpha_1+5\alpha_2-2\alpha_3=0,\\ 2\alpha_1-3\alpha_2+4\alpha_3=0,\\ -3\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=0.\end{cases}$$

Решая эту СЛАУ методом Гаусса, получаем $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=0$. Следовательно, система векторов линейно независима и, так как число векторов совпадает с размерностью пространства, является одним из базисов в пространства R^3.

2) Для нахождения координат вектора $\vec{x}$ относительно нового базиса записываем разложение вектора $\vec{x}$ по векторам этого базиса и СЛАУ, следующую из этого разложения и инвариантности вектора как геометрического объекта:

$$\vec{x} = x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + x^3 \vec{a}_3 \Rightarrow \begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ 2x^1 - 3x^2 + 4x^3 = 1, \\ -3x^1 + x^2 + x^3 = 6. \end{cases}$$

Решаем СЛАУ методом Гаусса.

1) Из первого уравнения $x^1 = 3 - 5x^2 + 2x^3$. Подставляя во второе и третье уравнения, получаем:

$$\begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ -13x^2 + 8x^3 = -5, \\ 16x^2 - 5x^3 = 15. \end{cases}$$

2) Из второго уравнения $x^2 = \frac{8}{13}x^3 + \frac{15}{13}$. Подставляя в третье уравнение, получаем:

$$\begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ -13x^2 + 8x^3 = -5, \\ 63x^3 = 115. \end{cases}$$

Обратный ход: из третьего уравнения

$$x^3 = \frac{115}{63}.$$

Подставляя во второе уравнение, находим

$$x^2 = \frac{95}{63}.$$

Подставляя найденные значения в первое уравнение, получаем

$$x^1 = -\frac{56}{63}. \otimes$$

Пример 2.1.11. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы радиус-векторы

$$\vec{x} = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3, \ \vec{y} = 10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3, \ \vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

Найти расстояние между конечными точками векторов

$$\vec{u} = \left(\vec{x}, 2\vec{z}\right)\vec{x} + \vec{y},$$

$$\vec{v} = \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z}\right)\vec{y}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим скалярное произведение $\left(\vec{x}, 2\vec{z}\right)$:

$$\left(\vec{x}, 2\vec{z}\right) = \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3,\ 2\left(\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3\right)\right) = 2\cdot 2 + 1\cdot 4 + (-3)\cdot 2 = 2.$$

2) находим вектор $\vec{u} = \left(\vec{x}, 2\vec{z}\right)\vec{x} + \vec{y}$:

$$\vec{u} = \left(\vec{x}, 2\vec{z}\right)\vec{x} + \vec{y} = 2\left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3\right) + \left(10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3\right) =$$

$$= 14\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 10\vec{e}_3.$$

3) Находим скалярное произведение $\left(2\cdot\vec{x}, \vec{z}\right)$:

$$\left(2\cdot\vec{x}, \vec{z}\right) = \left(2\left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3\right), \left(\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3\right)\right) =$$

$$= \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3,\ \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3\right) = 4 + 4 - 6 = 2.$$

4) Находим вектор $\vec{v} = \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z}\right)\vec{y}$:

$$\vec{v} = \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z}\right)\vec{y} = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 + 2\left(10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3\right) =$$

$$= 22\vec{e}_1 - 5\vec{e}_2 - 11\vec{e}_3.$$

5) Находим расстояние между векторами $\vec{u}$ и $\vec{v}$:

$$\rho\left(\vec{u},\vec{v}\right)=\left\|\vec{u}-\vec{v}\right\|=\sqrt{(-8)^2+4^2+1^2}=\sqrt{81}=9.\otimes$$

Пример 2.1.12. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы три точки $A(2;4;6)$, $B(1;3;5)$, $C(0;2;3)$. Найти длины сторон треугольника ABC, косинусы углов при вершинах треугольника и проекцию вектора $\vec{AB}+\vec{AC}$ на направление вектора $\vec{z}=\vec{e}_1+2\vec{e}_2-5\vec{e}_3$.

Р е ш е н и е. 1) Находим векторы, определяющие стороны треугольника:

$$\vec{AB}=-\vec{e}_1-\vec{e}_2-\vec{e}_3;$$

$$\vec{AC}=-2\vec{e}_1-2\vec{e}_2-3\vec{e}_3;$$

$$\vec{BC}=-\vec{e}_1-\vec{e}_2-2\vec{e}_3.$$

2) Находим длины сторон треугольника ΔABC:

$$\left\|\vec{AB}\right\|=\sqrt{(-1)^2+(-1)^2+(-1)^2}=\sqrt{3};$$

$$\left\|\vec{AC}\right\|=\sqrt{(-2)^2+(-2)^2+(-3)^2}=\sqrt{17};$$

$$\left\|\vec{BC}\right\|=\sqrt{(-1)^2+(-1)^2+(-2)^2}=\sqrt{6}.$$

3) Находим косинусы углов при вершинах треугольника по формуле

$$\cos\vartheta=\frac{\left(\vec{x},\vec{y}\right)}{\left\|\vec{x}\right\|\cdot\left\|\vec{y}\right\|}=\frac{x^1y^1+x^2y^2+x^3y^3}{\sqrt{\left(x^1\right)^2+\left(x^2\right)^2+\left(x^3\right)^2}\sqrt{\left(y^1\right)^2+\left(y^2\right)^2+\left(y^3\right)^2}}:$$

$$\cos\left\{\vec{AB},\vec{AC}\right\}=\frac{\left(\vec{AB},\vec{AC}\right)}{\left\|\vec{AB}\right\|\cdot\left\|\vec{AC}\right\|}=\frac{7}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{17}}=\frac{7}{\sqrt{51}};$$

$$\cos\left\{\vec{BA},\vec{BC}\right\}=\frac{\left(\vec{BA},\vec{BC}\right)}{\left\|\vec{AB}\right\|\cdot\left\|\vec{BC}\right\|}=\frac{-4}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{6}}=-\frac{4}{\sqrt{18}};$$

$$\cos\left\{\vec{CA},\vec{CB}\right\}=\frac{\left(\vec{CA},\vec{CB}\right)}{\left\|\vec{CA}\right\|\cdot\left\|\vec{CB}\right\|}=\frac{10}{\sqrt{17}\cdot\sqrt{6}}=\frac{10}{\sqrt{102}}.$$

4) Находим проекцию вектора $\vec{AB}+\vec{AC}$ на направление вектора $\vec{z}=\vec{e}_1+2\vec{e}_2-5\vec{e}_3$:

$$\Pr_{\vec{z}}\left\{\vec{AB}+\vec{AC}\right\}=\frac{(-3)\cdot1+(-3)\cdot2+(-4)\cdot(-5)}{\sqrt{1^2+2^2+(-5)^2}}=\frac{11}{\sqrt{30}}.\otimes$$

Пример 2.1.13. Пусть на плоскости X^1OX^2 даны две точки $A_1\left(x_1^1;\,x_1^2\right)$ и $A_2\left(x_2^1;\,x_2^2\right)$. Найти координаты точки $A\left(x^1;\,x^2\right)$, делящей отрезок A_1A_2 в отношении $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\lambda$.

Р е ш е н и е. Предположим, что отрезок A_1A_2 не параллелен оси OX^1. Точки A_1, A, A_2 спроектируем на оси OX^1, и OX^2 (рисунок).

Имеем по условию задачи

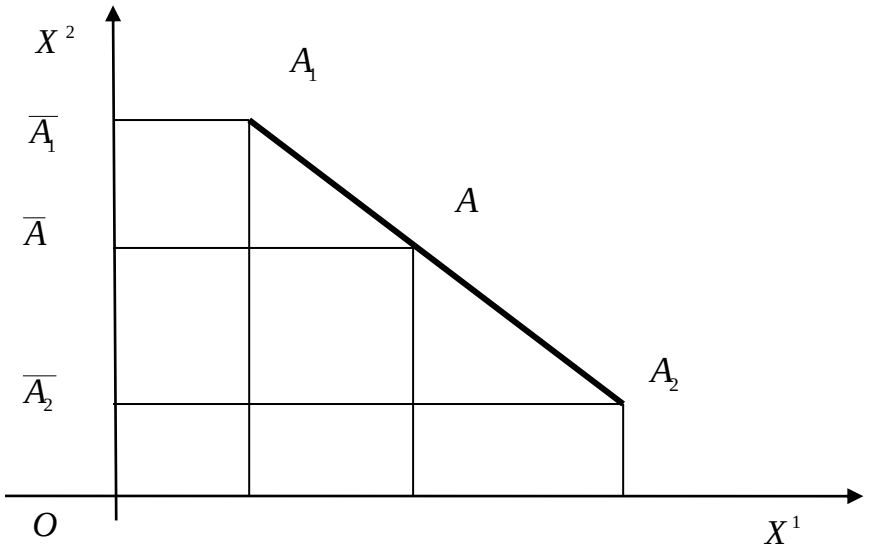
$$\frac{A_1A}{AA_2}=\frac{\overline{A_1}\,\overline{A}}{\overline{A}\,\overline{A_2}}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\lambda.$$

Далее получаем, что

$$\overline{A_1}\,\overline{A}=\left|x_1^2-x^2\right|,\ \overline{A}\,\overline{A_2}=\left|x^2-x_2^2\right|.$$

Откуда

$$\lambda=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{\left|x_1^2-x^2\right|}{\left|x^2-x_2^2\right|}.$$



Точка $\overline{A}$ лежит между точками A_1 и A_2, поэтому

$$\lambda = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\left|x_1^2 - x^2\right|}{\left|x^2 - x_2^2\right|} = \frac{x_1^2 - x^2}{x^2 - x_2^2}.$$

Из последнего равенства находим

$$x^2 = \frac{\lambda_2 x_1^2 + \lambda_1 x_2^2}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{\lambda_2\left(x_1^2 + \dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} x_2^2\right)}{\lambda_2\left(\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} + 1\right)} = \frac{x_1^2 + \lambda x_2^2}{\lambda + 1}.$$

Аналогично находим первую координату точки A:

$$x^1 = \frac{\lambda_2 x_1^1 + \lambda_1 x_2^1}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{\lambda_2\left(x_1^1 + \dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} x_2^1\right)}{\lambda_2\left(\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} + 1\right)} = \frac{x_1^1 + \lambda x_2^1}{\lambda + 1}. \otimes$$

Практическое занятие 2. Векторное и смешанное произведения

Векторное произведение и функция смешанного произведения

Пример 2.2.1. Вычислить площадь треугольника, построенного на приведённых к общему началу векторах

$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3,\ \vec{y} = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 6\vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Если в некоторой декартовой системе координат векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$ заданы своими разложениями

$$\vec{x} = x^1\vec{e}_1 + x^2\vec{e}_2 + x^3\vec{e}_3,\ \vec{y} = y^1\vec{e}_1 + y^2\vec{e}_2 + y^3\vec{e}_3,$$

то справедлива формула

$$\left[\vec{x}, \vec{y}\right] = \left(x^2y^3 - x^3y^2\right)\vec{e}_1 + \left(x^3y^1 - x^1y^3\right)\vec{e}_2 + \left(x^1y^2 - x^2y^1\right)\vec{e}_3.$$

Применим эту формулу для решения задачи.

1) Вычисляем векторное произведение:

$$\left[\vec{x}, \vec{y}\right] = \left((-2)\cdot(-6) - (-1)\cdot 1\right)\vec{e}_1 + \left((-1)\cdot(-2) - 3\cdot(-6)\right)\vec{e}_2 +$$

$$+\left(3\cdot 1 - (-2)\cdot(-2)\right)\vec{e}_3 = 13\vec{e}_1 + 20\vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

2) Площадь треугольника

$$S = \frac{1}{2}\left\|\left[\vec{x}, \vec{y}\right]\right\|.$$

Вычисляем площадь треугольника:

$$S = \frac{1}{2}\left\|\left[\vec{x}, \vec{y}\right]\right\| = \frac{1}{2}\sqrt{13^2 + 20^2 + (-1)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{169 + 400 + 1} = \frac{1}{2}\sqrt{570}. \otimes$$

Пример 2.2.2. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах

$$\vec{x} = \vec{a} + 3\vec{b},\ \vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b},$$

если

$$\left\|\vec{a}\right\| = \left\|\vec{b}\right\| = 1 \text{ и } \left\{\vec{a}, \vec{b}\right\} = \frac{\pi}{6}.$$

Р е ш е н и е. Вычисляем векторное произведение, используя его свойства:

$$\left[\vec{x}, \vec{y}\right] = \left[\vec{a} + 3\vec{b}, 3\vec{a} + \vec{b}\right] = 3\left[\vec{a}, \vec{a}\right] + \left[\vec{a}, \vec{b}\right] +$$

$$+9\left[\vec{b},\vec{a}\right]+3\left[\vec{b},\vec{b}\right]=-8\left[\vec{a},\vec{b}\right].$$

По определению площадь параллелограмма равна:

$$S=\left\|\left[\vec{x},\vec{y}\right]\right\|=8\left\|\left[\vec{a},\vec{b}\right]\right\|=8\left\|\vec{a}\right\|\cdot\left\|\vec{b}\right\|\cdot\sin\left\{\vec{a},\vec{b}\right\}=8\cdot1\cdot1\cdot\frac{1}{2}=4.\otimes$$

Пример 2.2.3. Найти орт вектора, перпендикулярного векторам

$$\vec{x}=\vec{e}_1+\vec{e}_2+3\vec{e}_3,\ \vec{y}=4\vec{e}_1+\vec{e}_2+\vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Предлагается решить задачу самостоятельно. $\otimes$

Прямая линия и плоскость, взаимное расположение прямой линии и плоскости

Пример 2.2.4. Получить уравнение плоскости $H^2\subset R^3$, проходящей через начало координат O и через две точки $M_1(4;-2;1),\ M_2(2;4;-3)$.

Р е ш е н и е. Радиус-векторы точек M_1 и M_2

$$\vec{x}\equiv\vec{OM}_1=4\vec{e}_1-2\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{y}\equiv\vec{OM}_2=2\vec{e}_1+4\vec{e}_2-3\vec{e}_3.$$

Нормальный вектор плоскости находим как векторное произведение, используя формулу

$$\vec{N}=\left[\vec{OM}_1,\vec{OM}_2\right]\equiv\left[\vec{x},\vec{y}\right]=$$

$$=\left(x^2y^3-x^3y^2\right)\vec{e}_1+\left(x^3y^1-x^1y^3\right)\vec{e}_2+\left(x^1y^2-x^2y^1\right)\vec{e}_3=:$$

$$=\left[(-2)\cdot(-3)-1\cdot4\right]\vec{e}_1+\left[1\cdot2-4\cdot(-3)\right]\vec{e}_2+\left[4\cdot4-(-2)\cdot2\right]\vec{e}_3=$$

$$=2\vec{e}_1+14\vec{e}_2+20\vec{e}_3.$$

Из условия ортогональности радиус-вектора

$$\vec{OM}=x^1\vec{e}_1+x^2\vec{e}_2+x^3\vec{e}_3$$

текущей точки M плоскости её нормальному вектору

$$\left(\vec{N}, \vec{OM}\right) = 0,$$

получаем уравнение плоскости в неявном виде:

$$x^1 + 7x^2 + 10x^3 = 0. \otimes$$

Пример 2.2.5. Найти угол между плоскостями, определяемыми уравнениями:

$$3x^1 - x^2 + 3 = 0,\ x^1 - 2x^2 + 5x^3 - 10 = 0.$$

Р е ш е н и е. Угол между плоскостями равен углу между их нормальными векторами

$$\vec{N}_1 = 3\vec{e}_1 - \vec{e}_2,\ \vec{N}_2 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3.$$

Поэтому имеем:

$$\cos\left\{\vec{N}_1, \vec{N}_2\right\} = \frac{\left(\vec{N}_1, \vec{N}_2\right)}{\left\|\vec{N}_1\right\| \cdot \left\|\vec{N}_2\right\|} = \frac{3 \cdot 1 + (-1) \cdot (-2) + 0 \cdot 5}{\sqrt{3^2 + (-1)^2 + 0^2} \cdot \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 5^2}} =$$

$$= \frac{5}{\sqrt{10} \cdot \sqrt{30}} = \frac{\sqrt{3}}{6}.$$

Следовательно, $\varphi = \arccos\frac{\sqrt{3}}{6}. \otimes$

Пример 2.2.6. Написать канонические уравнения прямой линии, заданной пересечением двух плоскостей с уравнениями

$$x^1 + x^2 + x^3 - 2 = 0,\ x^1 - x^2 - 3x^3 + 6 = 0.$$

Р е ш е н и е. Проверяем, что плоскости не параллельны (то есть их нормальные векторы не коллинеарны), для чего проверяем пропорциональны или нет координаты нормальных векторов:

$$\frac{1}{1} \neq \frac{1}{-1} \neq \frac{1}{-3}.$$

Координаты не пропорциональны, следовательно, нормальные векторы неколлинеарны, то есть плоскости не параллельны.

Так как прямая линия принадлежит обеим плоскостям, её направляющий вектор ортогонален нормальным векторам плоскостей, поэтому находим его как векторное произведение нормальных векторов плоскостей:

$$\vec{a}=\left[\vec{N}_1,\vec{N}_2\right]=\left(x^2y^3-x^3y^2\right)\vec{e}_1+\left(x^3y^1-x^1y^3\right)\vec{e}_2+\left(x^1y^2-x^2y^1\right)\vec{e}_3=$$

$$=\left[1\cdot(-3)-1\cdot(-1)\right]\vec{e}_1+\left[1\cdot1-1\cdot(-3)\right]\vec{e}_2+\left[1\cdot(-1)-1\cdot1\right]\vec{e}_3=$$

$$=-2\vec{e}_1+4\vec{e}_2-2\vec{e}_3.$$

Направляющий вектор прямой не параллелен ни одной из координатных плоскостей, поэтому прямая линия пересекает все три координатные плоскости. Найдём, например, точку пересечения прямой и плоскости X^1OX^3, для чего решаем систему трёх уравнений

$$\begin{cases} x^1+\quad x^3=\quad 2, \\ x^1-3x^3=-6 \\ \qquad x^2=0. \end{cases}$$

Получаем решение $x_0^1=0,\ x_0^2=0,\ x_0^3=2.$

Подставляя найденные координаты направляющего вектора и точки в канонические уравнения прямой линии, получаем канонические уравнения

$$\frac{x^1}{-2}=\frac{x^2}{4}=\frac{x^3-2}{-2}.\ \otimes$$

Пример 2.2.7. Найти точку пересечения прямой линии с уравнениями

$$\frac{x^1-2}{1}=\frac{x^2-3}{1}=\frac{x^3+1}{-4},$$

и плоскости с уравнением $x^1+x^2+2x^3-9=0.$

Р е ш е н и е. Проверяем, пересекается ли прямая линия с плоскостью, для чего находим скалярное произведение нормального вектора плоскости и направляющего вектора прямой линии:

$$\left(\vec{N},\vec{l}\right)=\left(\vec{e}_1+\vec{e}_2+2\vec{e}_3,\ \vec{e}_1+\vec{e}_2-4\vec{e}_3\right)=-6\neq0.$$

Векторы не ортогональны, а следовательно, прямая линия и плоскость не параллельны. Параметрические уравнения прямой линии имеют вид:

$$\begin{cases} x^1 = 2 + t, \\ x^2 = 3 + t, \\ x^3 = -1 - 4t. \end{cases}$$

Найдём значение параметра t_0, соответствующее точке пересечения прямой линии и плоскости, для чего подставим x^1, x^2, x^3 из параметрических уравнений прямой линии в уравнение плоскости. Решая получившееся уравнение, найдём $t_0 = -1$. Подставляя найденное значение параметра в параметрические уравнения прямой линии, находим координаты точки пересечения:

$$x_0^1 = 1,\ x_0^2 = 2,\ x_0^3 = 3. \otimes$$

Пример 2.2.8. Найти расстояние от точки $M(1;\ 0;\ 1)$ до плоскости H^2 с уравнением $4x^1 + 6x^2 + 4x^3 - 25 = 0.$

Р е ш е н и е. Расстояние от точки M до плоскости – это длина вектора $\vec{M_0M}$ с начальной точкой M и конечной точкой M_0 – проекцией точки M на плоскость H^2.

Проекция точки на плоскость – это основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на плоскость. Поэтому следует составить уравнение прямой линии, проходящей через точку $M(1;\ 0;\ 1)$ перпендикулярно плоскости с уравнением

$$4x^1 + 6x^2 + 4x^3 - 25 = 0,$$

и найти точку её пересечения с плоскостью.

Если в качестве направляющего вектора прямой линии выбрать нормальный вектор плоскости $\vec{l} = \vec{N} = 4\vec{e}_1 + 6\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3$, то канонические уравнения прямой линии примут вид

$$\frac{x^1 - 1}{4} = \frac{x^2}{6} = \frac{x^3 - 1}{4},$$

откуда получаем параметрические уравнения

$$\begin{cases} x^1 = 1 + 4t, \\ x^2 = \quad 6t, \\ x^3 = 1 + 4t. \end{cases}$$

Подставляя общее выражение для координат текущей точки прямой линии из параметрических уравнений в уравнение плоскости, получаем уравнение для параметра, решение которого даёт для параметра значение

$$t_0 = \frac{1}{4},$$

соответствующее искомой точке пересечения прямой линии и плоскости.

Подставляя это значение параметра в параметрические уравнения прямой линии, получаем находим искомые координаты проекции M_0 точки $M(1;\,0;\,1)$ на плоскость H^2:

$$x^1 = 2,\; x^2 = \frac{3}{2},\; x^3 = 2.$$

Вектор

$$\vec{M_0M} = (2-1)\vec{e}_1 + \left(\frac{3}{2} - 0\right)\vec{e}_2 + (2-1)\vec{e}_3 = \vec{e}_1 + \frac{3}{2}\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

Расстояние

$$\rho\left(M,\, H^2\right) = \sqrt{1 + \frac{9}{4} + 1} = \frac{\sqrt{17}}{2}. \otimes$$

Практическое занятие 3. Абстрактные векторные пространства

Определение векторного пространства и общие свойства векторов

Пример 2.3.1. Пусть P – числовое поле. На множестве объектов

$$P^n = \left\{ |a\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix},\; a_k \in P \right\},$$

которые назовём вектор-столбцами, определим операции сложения вектор-столбцов и умножения вектора-столбца на числа из поля P:

1) $\left(\forall|a\rangle, |b\rangle \in P^n\right) |a\rangle + |b\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ \dots \\ a_n + b_n \end{pmatrix}$ $

2) $\left(\forall|a\rangle \in P^n\right)$ и $\left(\forall \alpha \in P\right) \alpha \cdot |a\rangle = \alpha \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \cdot a_1 \\ \alpha \cdot a_2 \\ \dots \\ \alpha \cdot a_n \end{pmatrix}$.

Показать, что множество P^n является n-мерным векторным пространством.

Р е ш е н и е. Для доказательства требуется проверить выполнение всех аксиом векторного пространства и построить хотя бы один базис из вектор-столбцов.

Аксиомы сложения.

1) Аксиома ассоциативности выполняется в силу ассоциативности операции сложения в поле P, действительно

$$\left[|a\rangle + |b\rangle\right] + |c\rangle = \left[\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}\right] + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ \dots \\ a_n + b_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a_1 + b_1) + c_1 \\ (a_2 + b_2) + c_2 \\ \dots \\ (a_n + b_n) + c_n \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} a_1 + (b_1 + c_1) \\ a_2 + (b_2 + c_2) \\ \dots \\ a_n + (b_n + c_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 + c_1 \\ b_2 + c_2 \\ \dots \\ b_n + c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \left[\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix}\right] = |a\rangle + \left[|b\rangle + |c\rangle\right]$$

.

2) Аксиома коммутативности выполняется в силу коммутативности операции сложения в поле P, действительно

$$|a\rangle+|b\rangle=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\cdots\\a_n\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}b_1\\b_2\\\cdots\\b_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1+b_1\\a_2+b_2\\\cdots\\a_n+b_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}b_1+a_1\\b_2+a_2\\\cdots\\b_n+a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}b_1\\b_2\\\cdots\\b_n\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\cdots\\a_n\end{pmatrix}=|b\rangle+|a\rangle.$$

3) Вектор-нуль определим так

$$|0\rangle=\begin{pmatrix}0\\0\\\cdots\\0\end{pmatrix}.$$

Очевидно, что аксиома о нейтральном элементе выполняется, действительно имеем:

$$\left(\forall|a\rangle\in P^n\right)|a\rangle+|0\rangle=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\cdots\\a_n\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}0\\0\\\cdots\\0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1+0\\a_2+0\\\cdots\\a_n+0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\cdots\\a_n\end{pmatrix}.$$

4) Противоположный вектор-столбец определим так

$$\left(\forall|a\rangle\in P^n\right)-|a\rangle=\begin{pmatrix}-a_1\\-a_2\\\cdots\\-a_n\end{pmatrix}.$$

Очевидно, что аксиома об обратном (противоположном элементе) выполняется, действительно имеем:

$$|a\rangle+\left(-|a\rangle\right)=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\cdots\\a_n\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-a_1\\-a_2\\\cdots\\-a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1-a_1\\a_2-a_2\\\cdots\\a_n-a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}0\\0\\\cdots\\0\end{pmatrix}.$$

Аксиомы умножения вектор-столбца на числа. Аналогично показывается, что выполняются аксиомы умножения вектор-столбца на числа:

1) $\left(\forall|a\rangle\in P^n\right)$ и $\left(\forall\alpha\in P\right)$

$$\alpha\left(|a\rangle+|b\rangle\right)=\alpha\left[\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}b_1\\b_2\\\dots\\b_n\end{pmatrix}\right]=\begin{pmatrix}\alpha(a_1+b_1)\\\alpha(a_2+b_2)\\\dots\\\alpha(a_n+b_n)\end{pmatrix}=\alpha\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}+\alpha\begin{pmatrix}b_1\\b_2\\\dots\\b_n\end{pmatrix};$$

2) $(\forall\alpha,\ \beta\in P)$

$$(\alpha+\beta)|a\rangle=(\alpha+\beta)\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}(\alpha+\beta)a_1\\(\alpha+\beta)a_2\\\dots\\(\alpha+\beta)a_n\end{pmatrix}=\alpha\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}+\beta\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}=\alpha|a\rangle+\beta|b\rangle;$$

3) $1\cdot\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix};$

4) $(\alpha\beta)|a\rangle=(\alpha\beta)\cdot\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}(\alpha\beta)a_1\\(\alpha\beta)a_2\\\dots\\(\alpha\beta)a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\alpha(\beta a_1)\\\alpha(\beta a_2)\\\dots\\\alpha(\beta a_n)\end{pmatrix}=\dots=\alpha\left[\beta|a\rangle\right],$

Таким образом, все аксиомы векторного пространства выполняются и, следовательно, множество P^n является векторным пространством.

Рассмотрим следующее тождественное преобразование:

$$|a\rangle=\begin{pmatrix}a_1\\a_2\\\dots\\a_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_1\\0\\\dots\\0\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}0\\a_2\\\dots\\0\end{pmatrix}+\dots+\begin{pmatrix}0\\0\\\dots\\0\end{pmatrix}=a_1\begin{pmatrix}1\\0\\\dots\\0\end{pmatrix}+a_2\begin{pmatrix}0\\1\\\dots\\0\end{pmatrix}+\dots+a_n\begin{pmatrix}0\\0\\\dots\\1\end{pmatrix}.$$

Из этого разложения видно, что в силу произвольности вектор-столбца $|a\rangle$, он представлен разложением по вектор-столбцам специального вида

$$|e_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, |e_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, \dots, |e_n\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Система этих вектор-столбцов образует простейший, или ***канонический*** базис в векторном пространстве P^n.

Теперь очевидно, что множество P^n является n-мерным векторным пространством. $\otimes$

Пример 2.3.2. Показать, что если система векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_n \right\}$ линейно независима, то и любая её подсистема также линейно независима.

Р е ш е н и е. Пусть $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ – подсистема данной системы, то есть $m < n$. Предположим, что условие задачи неверно, то есть подсистема $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ линейно зависима. Тогда можно подобрать такие числа $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$, не все равные нулю одновременно, что справедливо тождество

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m = \vec{0}.$$

Учитывая свойство нуль вектора

$$\left(\forall \vec{x} \in X \right) \vec{x} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{x} = \vec{x},$$

добавим его в обе части последнего тождества, представив его в виде линейной комбинации оставшихся векторов исходной системы с нулевыми коэффициентами

$$\vec{0} = 0\,\vec{x}_{m+1} + \dots + 0\,\vec{x}_n.$$

Получаем

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m + 0\,\vec{x}_{m+1} + \dots + 0\,\vec{x}_n = \vec{0},$$

то есть линейная комбинация векторов исходной системы с коэффициентами, не все из которых равны нулю одновременно, даёт нулевой вектор. По определению это означает линейную зависимость векторов системы $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_n \right\}$, что противоречит условию задачи.

Следовательно, предположение о линейной зависимости ***произвольной*** подсистемы $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_m \right\}$ линейно независимой системы $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_n \right\}$ не верно. $\otimes$

Пример 2.3.3. Показать, что система из двух векторов линейно зависима в том и только в том случае, если векторы коллинеарны.

Р е ш е н и е. *Необходимость.* Если из двух векторов $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ хотя бы один равен нуль вектору, то векторы коллинеарны. Поэтому предположим, что векторы $\vec{x} \neq \vec{0}$, $\vec{y} \neq \vec{0}$. Пусть система $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ линейно зависима. Покажем, что векторы коллинеарны. По определению найдутся такие числа $\alpha, \beta \in R$, что

$$\alpha \vec{x} + \beta \vec{y} = \vec{0},$$

причём эти числа неравны нулю одновременно.

Пусть $\beta \neq 0$. Тогда получаем:

$$\vec{y} = \left(-\frac{\alpha}{\beta} \right) \vec{x}.$$

Обозначая $\lambda = -\frac{\alpha}{\beta}$, получим

$$\vec{y} = \lambda \vec{x},$$

то есть по определению векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$ коллинеарны.

Достаточность. Пусть теперь векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$ коллинеарны, покажем, что система $\left\{\vec{x},\ \vec{y}\right\}$ линейно зависима. По определению коллинеарности имеем, например:

$$\vec{y} = \lambda \vec{x}.$$

Пусть $\nu \neq 0$, тогда можем записать

$$\vec{y} = \frac{\lambda}{\nu} \nu \vec{x},$$

откуда получаем

$$\nu \vec{y} = \lambda \nu \vec{x},$$

или

$$\mu \vec{x} + \nu \vec{y} = \vec{0},$$

где $\mu = -\lambda \nu$. Так как $\lambda \neq 0$ и $\nu \neq 0$, то система векторов $\left\{\vec{x},\ \vec{y}\right\}$ линейно зависима. $\otimes$

Пример 2.3.4. Показать, что система трёх векторов пространства R^3 линейно зависима в том и только в том случае, если векторы компланарны.

Р е ш е н и е. Предположим, что никакие два вектора из тройки векторов $\vec{x},\ \vec{y},\ \vec{z}$ не коллинеарны (в противном случае система векторов заведомо будет линейно зависимой).

Необходимость. Пусть система $\left\{\vec{x},\ \vec{y},\ \vec{z}\right\}$ линейно зависима, покажем, что векторы системы компланарны. В силу линейной зависимости системы, можно подобрать три неравных одновременно нулю числа $\alpha, \beta, \gamma \in R$ так, чтобы выполнялось равенство

$$\alpha \vec{x} + \beta \vec{y} + \gamma \vec{z} = \vec{0}.$$

Пусть, например, $\gamma \neq 0$. Тогда имеем:

$$\vec{z} = \left(-\frac{\alpha}{\gamma}\right)\vec{x} + \left(-\frac{\beta}{\gamma}\right)\vec{y}.$$

Приложив векторы $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ к общей точке O, легко видеть, что вектор $\vec{z}$ равен диагонали параллелограмма, построенного на векторах

$$\vec{a} = \left(-\frac{\alpha}{\gamma}\right)\vec{x},\ \vec{b} = \left(-\frac{\beta}{\gamma}\right)\vec{y},$$

а это и означает, что они лежат в одной плоскости, то есть компланарны.

Достаточность. Пусть векторы $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ компланарны, покажем, что система $\left\{\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}\right\}$ линейно зависима. Доказательство почти очевидно. Действительно, компланарность векторов означает, что справедливо, например, равенство

$$\vec{x} = \mu\vec{y} + \lambda\vec{z}.$$

Следовательно, один из векторов системы линейно выражается через два других. Тогда из свойств линейно зависимых систем векторов следует линейная зависимость системы векторов $\left\{\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}\right\}.\otimes$

Пример 2.3.5. Выяснить вопрос о линейной зависимости или линейной независимости следующей системы вектор-столбцов:

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix}1\\1\\1\\1\end{pmatrix},\ |a_2\rangle = \begin{pmatrix}0\\1\\1\\1\end{pmatrix},\ |a_3\rangle = \begin{pmatrix}0\\0\\1\\1\end{pmatrix},\ |a_4\rangle = \begin{pmatrix}0\\0\\0\\1\end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Составим линейную комбинацию векторов системы с произвольными коэффициентами и потребуем, чтобы её значением был нуль вектор-столбец:

$$\alpha_1|a_1\rangle + \alpha_2|a_2\rangle + \alpha_3|a_3\rangle + \alpha_4|a_4\rangle = |0\rangle \Rightarrow$$

$$\alpha_1\begin{pmatrix}1\\1\\1\\1\end{pmatrix} + \alpha_2\begin{pmatrix}0\\1\\1\\1\end{pmatrix} + \alpha_3\begin{pmatrix}0\\0\\1\\1\end{pmatrix} + \alpha_4\begin{pmatrix}0\\0\\0\\1\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0\\0\\0\\0\end{pmatrix}.$$

Используя правила выполнения операций с вектор-столбцами, получаем

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_1+\alpha_2 \\ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3 \\ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_1 = 0, \\ \alpha_1+\alpha_2 = 0, \\ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3 = 0, \\ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4 = 0. \end{cases}$$

Совершая последовательные подстановки из первого уравнения во второе, из второго в третье и так далее, получаем, что

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0,$$

что и доказывает линейную независимость данной системы вектор-столбцов. $\otimes$

Пример 2.3.6. Пусть

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m, \vec{a}_{m+1}, \ldots, \vec{a}_{n-1}, \vec{a}_n \right\}$$

– некоторая система векторов векторного пространства и пусть

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m \right\},$$

– её максимальная по числу векторов линейно независимая подсистема.

Показать, что любой из векторов $\vec{a}_{m+1}, \ldots, \vec{a}_{n-1}, \vec{a}_n$ можно выразить в виде разложения по векторам подсистемы $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m \right\}$.

Р е ш е н и е. Так как подсистема $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m \right\}$ – максимальная по числу векторов линейно независимая система, то добавляя к ней любой из оставшихся векторов, например, вектор $\vec{a}_{m+1}$, получим уже линейно зависимую систему

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m, \vec{a}_{m+1} \right\}.$$

Следовательно, можно подобрать такие неравные одновременно нулю числа $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m, \alpha_{m+1}$, что выполняется равенство

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \ldots + \alpha_m \vec{a}_m + \alpha_{m+1} \vec{a}_{m+1} = \vec{0}.$$

В этом равенстве $\alpha_{m+1} \neq 0$ так как в противном случае имели бы равенство

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \ldots + \alpha_m \vec{a}_m = \vec{0},$$

в котором не все коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$ одновременно равны нулю. Но тогда система векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m \right\}$ будет линейно зависимой, что противоречит условию задачи.

Из равенства

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \ldots + \alpha_m \vec{a}_m + \alpha_{m+1} \vec{a}_{m+1} = \vec{0}$$

следует, что

$$\vec{a}_{m+1} = -\frac{\alpha_1}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_2 - \ldots - \frac{\alpha_m}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_m.$$

Вводя обозначения

$$\beta_1 = -\frac{\alpha_1}{\alpha_{m+1}}, \ \beta_2 = -\frac{\alpha_2}{\alpha_{m+1}}, \ \ldots, \ \beta_m = -\frac{\alpha_m}{\alpha_{m+1}},$$

получаем

$$\vec{a}_{m+1} = \beta_1 \vec{a}_1 + \beta_2 \vec{a}_2 + \ldots + \beta_m \vec{a}_m,$$

что и доказывает сформулированное утверждение. $\otimes$

Пример 2.3.7. Дана система функций

$$\left\{ e^t, e^{2t}, e^{3t} \right\}.$$

Показать, что эта система функций является линейно независимой в пространстве функций, непрерывных на промежутке $(-\infty, +\infty)$.

Р е ш е н и е. По определению линейной независимости условие

$$\alpha_1 e^t + \alpha_2 e^{2t} + \alpha_3 e^{3t} = 0 \ \left(\forall t \in (-\infty, +\infty)\right)$$

влечёт за собой выполнение условия $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$.

Составим СЛАУ для коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Для этого положим в тождестве $t = 0$, получим

$$\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=0.$$

Дифференцируя тождество по t и полагая $t=0$, получим

$$\alpha_1+2\alpha_2+3\alpha_3=0.$$

Дифференцируя тождество ещё раз и, снова полагая $t=0$, получим

$$\alpha_1+4\alpha_2+9\alpha_3=0.$$

Объединяя полученные равенства в систему уравнений для неизвестных коэффициентов, получим

$$\begin{cases}\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=0,\\ \alpha_1+2\alpha_2+3\alpha_3=0,\\ \alpha_1+4\alpha_2+9\alpha_3=0.\end{cases}$$

Это однородная СЛАУ, применяя метод Гаусса, получаем единственное решение

$$\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=0.$$

Таким образом, система функций $\left\{e^t, e^{2t}, e^{3t}\right\}$ является базисом подмножества функций, непрерывных на промежутке $(-\infty, +\infty)$. Поэтому множество функций вида

$$f(t)=\alpha e^t+\beta e^{2t}+\lambda e^{3t}$$

образует подпространство в пространстве таких функций. $\otimes$

Пример 2.3.8. Используя процедуру ортогонализации Шмидта, ортонормировать систему векторов $\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3\right\}\subset E^4$, заданных в некотором ортонормированном базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\}\subset E^4$ своими разложениями:

$$\vec{g}_1=\vec{e}_1+\vec{e}_2+\vec{e}_3+\vec{e}_4,$$

$$\vec{g}_2=\vec{e}_1+\vec{e}_2-3\vec{e}_3-3\vec{e}_4,$$

$$\vec{g}_3=4\vec{e}_1+3\vec{e}_2+0\vec{e}_3-\vec{e}_4.$$

Р е ш е н и е. Для ортогонализации системы векторов

$$\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3\right\}\subset E^4$$

воспользуемся формулами процедуры ортогонализации Шмидта.

Для этого положим

$$\vec{a}_1 = \vec{g}_1,$$

то есть

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Далее имеем:

$$\vec{a}_2 = \vec{g}_2 - \frac{\left(\vec{a}_1, \vec{g}_2\right)}{\left\|\vec{a}_1\right\|^2}\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 -$$

$$-\frac{1}{4}(-4)\left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4\right) = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4;$$

$$\vec{a}_3 = \vec{g}_3 - \frac{\left(\vec{a}_1, \vec{g}_3\right)}{\left\|\vec{a}_1\right\|^2}\vec{a}_1 - \frac{\left(\vec{a}_2, \vec{g}_3\right)}{\left\|\vec{a}_2\right\|^2}\vec{a}_2 =$$

$$= 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_4 - \frac{3}{2}\left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4\right) -$$

$$-\left(2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4\right) = \frac{1}{2}\vec{e}_1 - \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{1}{2}\vec{e}_3 - \frac{1}{2}\vec{e}_4.$$

Для получения ортонормированной системы, векторы системы нормируем:

$$\vec{e}_{a1} = \frac{1}{2}\left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4\right);$$

$$\vec{e}_{a2} = \frac{1}{4}\left(2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4\right);$$

$$\vec{e}_{a3} = \frac{1}{2}\vec{e}_1 - \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{1}{2}\vec{e}_3 - \frac{1}{2}\vec{e}_4.$$

Прямой проверкой убеждаемся, что система векторов $\left\{\vec{e}_{a1},\ \vec{e}_{a2},\ \vec{e}_{a3}\right\}$ ортонормированная. $\otimes$

Пример 2.3.9. Показать, что линейная оболочка $L\left\{\vec{g}_1,\ \vec{g}_2\right\}$, где элементы L вычисляются по формулам

$$\vec{g}_1 = \alpha_1 \cdot \sin x + \beta_1 \cdot \cos x,\ \vec{g}_2 = \alpha_2 \cdot \sin x + \beta_2 \cdot \cos x,$$

а скалярное произведение определено формулой

$$\left(\vec{g}_1, \vec{g}_2\right) = \alpha_1 \cdot \alpha_2 + \beta_1 \cdot \beta_2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\alpha_1 \cdot \beta_2 + \alpha_2 \cdot \beta_1\right),$$

является двумерным линейным многообразием с ортонормированным базисом

$$\vec{e}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x,\ \vec{e}_2 = \sin x - \cos x.$$

Р е ш е н и е. Находим скалярное произведение и скалярные квадраты векторов предполагаемого базиса:

$$\left(\vec{e}_1, \vec{e}_1\right) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1;$$

$$\left(\vec{e}_1, \vec{e}_2\right) = \frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 0;$$

$$\left(\vec{e}_2, \vec{e}_2\right) = 1 + 1 + \frac{1}{2} \cdot \left(-1 - 1\right) = 2 - 1 = 1.$$

Видим, что система векторов $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$ является ортонормированной и, следовательно, её можно принять за один из базисов линейного многообразия L. $\otimes$

Пример 2.3.10. Пусть X – множество ведущих радиус-векторов точек прямой линии. Операции в этом множестве введены обычным образом. Выяснить, является ли это множество векторным подпространством евклидова пространства R^2.

Р е ш е н и е. 1) Пусть прямая не проходит через начало системы координат (рисунок 3.1).

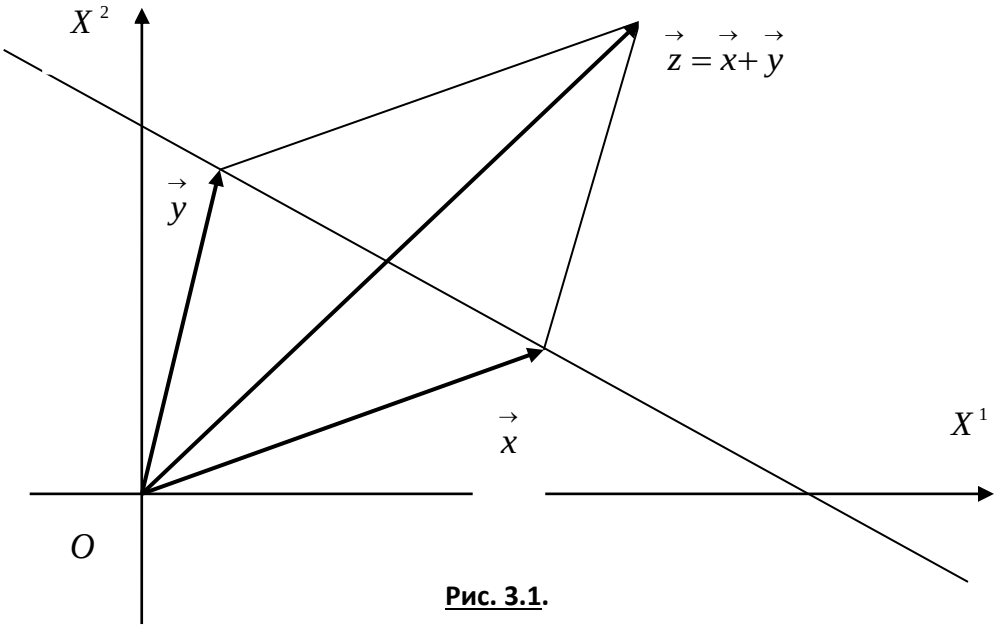


Рис. 3.1.

Очевидно, что сумма двух произвольных ведущих векторов точек прямой линии не принадлежит множеству X, так как конечная точка радиус-вектора их суммы не лежит на данной прямой линии. Следовательно, операция сложения векторов в данном случае не является алгебраической. Множество X не является векторным подпространством пространства R^2.

2) Если прямая линия проходит через начало системы координат, то очевидно, что сумма двух произвольных ведущих векторов точек прямой линии принадлежит множеству X и, следовательно, операция сложения векторов в данном случае является алгебраической. Множество X является векторным подпространством пространства R^2. $\otimes$

Пример 2.3.11. Дана система функций

$$\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}.$$

Показать, что множество функций вида

$$f(t) = \alpha \cos t + \beta \sin t + \lambda \sin 2t,$$

где $\alpha, \beta, \lambda \in R^1$, является подпространством векторного пространства функций, непрерывных на промежутке $(-\pi, \pi)$.

Р е ш е н и е. Покажем сначала, что система функций

$$\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$$

является линейно независимой на промежутке $(-\pi, \pi)$.

В соответствие с определением линейной независимости потребуем выполнения условия

$$\alpha_1 \cos t + \alpha_2 \sin t + \alpha_3 \sin 2t = 0.$$

При различных значениях $t \in (-\pi, \pi)$ получаем бесконечное множество систем линейных алгебраических уравнений. Положим, например,

$$t = 0,\ t = \frac{\pi}{6},\ t = \frac{\pi}{4}.$$

Тогда имеем систему уравнений

$$\begin{cases} \alpha_1 = 0, \\ \frac{\sqrt{3}}{2}\alpha_1 + \frac{1}{2}\alpha_2 + \frac{\sqrt{3}}{2}\alpha_3 = 0, \\ \frac{\sqrt{2}}{2}\alpha_1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\alpha_2 + \alpha_3 = 0. \end{cases}$$

Это однородная система уравнений. Решая СЛАУ методом Гаусса, получаем

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0.$$

Поэтому система функций $\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$ линейно независима на промежутке $(-\pi, \pi)$.

Легко видеть, что любая функция вида

$$f(t) = \alpha \cos t + \beta \sin t + \lambda \sin 2t$$

является линейной комбинацией функций системы $\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$, что и доказывает требуемой. $\otimes$

Пример 2.3.12. Показать, что система векторов

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\} \subset E^4,$$

заданных в некотором ортонормированном базисе евклидова пространства E^4

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset E^4$$

разложениями

$$\begin{aligned} \vec{a}_1 &= a_1^1 \vec{e}_1 + a_1^2 \vec{e}_2 + a_1^3 \vec{e}_3 + a_1^4 \vec{e}_4 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 &= a_2^1 \vec{e}_1 + a_2^2 \vec{e}_2 + a_2^3 \vec{e}_3 + a_2^4 \vec{e}_4 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \end{aligned} \qquad (1)$$

линейно независима. Дополнить систему до ортонормированного базиса всего пространства E^4.

Р е ш е н и е. Находим значение скалярного произведения:

$$\left(\vec{a}_1, \vec{a}_2\right) = \left(\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4\right) = 0.$$

Следовательно, система векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ ортогональна.

Для того чтобы дополнить эту систему до ортогонального базиса пространства евклидова E^4, найдём векторы

$$\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3 + x^4 \vec{e}_4$$

такие, чтобы выполнялись условия

$$\begin{cases} \left(\vec{x}, \vec{a}_1\right) = 0, \\ \left(\vec{x}, \vec{a}_2\right) = 0. \end{cases} \qquad (2)$$

Из условий (2) получаем СЛАУ:

$$\begin{cases} x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 0, \\ x^1 + x^2 + x^3 + x^4 = 0. \end{cases} \qquad (3)$$

Решаем СЛАУ (3) методом Гаусса, принимая x^3 и x^4 за свободные неизвестные, то есть, например, полагая $x^3 = a$ и $x^4 = b$. Полученное решение СЛАУ (3) записывается в виде

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a \\ -b \\ a \\ b \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b\begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \qquad (4)$$

или

$$\vec{x} = a\vec{a}_3 + b\vec{a}_4,$$

где векторы фундаментальной системы решений

$$\vec{a}_3 = -\vec{e}_1 + 0\,\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 0\,\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_4 = 0\,\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + 0\,\vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Легко проверяется, что фундаментальная система $\left\{\vec{a}_3, \vec{a}_4\right\}$ ортогональна и в совокупности с векторами $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ также образует ортогональную систему $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4\right\}$. Для получения ортонормированного базиса пространства E^4 нормируем векторы этой системы:

$$\vec{h}_1 = \frac{\vec{a}_1}{\left\|\vec{a}_1\right\|} = \frac{1}{2}\left(\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4\right);$$

$$\vec{h}_2 = \frac{\vec{a}_2}{\left\|\vec{a}_2\right\|} = \frac{1}{2}\left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4\right);$$

$$\vec{h}_3 = \frac{\vec{a}_3}{\left\|\vec{a}_3\right\|} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(-\vec{e}_1 + \vec{e}_3\right);$$

$$\vec{h}_4 = \frac{\vec{a}_4}{\left\|\vec{a}_4\right\|} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(-\vec{e}_2 + \vec{e}_4\right).$$

Прямой проверкой убеждаемся, что система векторов $\left\{\vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3, \vec{h}_4\right\}$ ортонормирована. $\otimes$

Пример 2.3.13. В евклидовом пространстве E^4 в некотором ортонормированном базисе

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\} \subset E^4$$

задана система векторов:

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 + \vec{e}_4, \; \vec{a}_2 = -3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 - 5\vec{e}_4.$$

1) Выяснить, можно ли на векторах этой системы как на направляющих векторах построить подпространство H^2 пространства E^4. Если это возможно, то написать параметрические уравнения подпространства H^2.

2) Найти базис $\left\{\vec{a}_3, \vec{a}_4\right\}$ и построить ортогональное дополнение $H^{2\perp}$ к подпространству H^2, записать параметрические уравнения ортогонального дополнения $H^{2\perp}$.

Р е ш е н и е. 1) Координаты векторов системы $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ непропорциональны – векторы неколлинеарны. Следовательно, система векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ линейно независимая. Векторы системы могут служить одним из базисов (быть направляющими векторами) линейного двумерного многообразия. Векторное параметрическое уравнение такого многообразия в общем случае имеет вид

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + t_1\vec{a}_1 + t_2\vec{a}_2,$$

где $\vec{x}_0$ – вектор сдвига многообразия. Если $\vec{x}_0 = \vec{0}$, то многообразие превращается в подпространство. В последнем случае ведущий вектор точек этого многообразия превращается в текущий вектор подпространства и представляется в виде:

$$\vec{x} = t_1\vec{a}_1 + t_2\vec{a}_2.$$

Откуда имеем параметрические уравнения подпространства:

$$\begin{cases} x^1 = t_1 - 3t_2, \\ x^2 = 2t_1 + 4t_2, \\ x^3 = -3t_1 + 3t_2, \\ x^4 = t_1 - 5t_2. \end{cases}$$

Таким образом, подпространство является, очевидно, двумерной плоскостью, проходящей через начало системы координат.

2) Пусть

$$\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3 + x^4 \vec{e}_4$$

– произвольный вектор из ортогонального дополнения $H^{\perp}$. Так как система $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ – базис подпространства H, то должны выполняться условия

$$\begin{cases} \left(\vec{a}_1, \vec{x} \right) = 0, \\ \left(\vec{a}_2, \vec{x} \right) = 0. \end{cases}$$

Эти условия приводят к СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 3x^3 + x^4 = 0, \\ -3x^1 + 4x^2 + 3x^3 - 5x^4 = 0. \end{cases}$$

Применение метода Гаусса приводит к следующему результату: СЛАУ совместна и неопределённа, а множество её решений выражается следующей формулой

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{9}{5}a - \frac{7}{5}b \\ \frac{3}{5}a + \frac{1}{5}b \\ a \\ b \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} \frac{9}{5} \\ \frac{3}{5} \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} -\frac{7}{5} \\ \frac{1}{5} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix},$$

где a и b – свободные неизвестные. Следовательно, имеем векторное подпространство с направляющими векторами

$$\vec{a}_3 = \frac{9}{5}\vec{e}_1 + \frac{3}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \; \vec{a}_4 = -\frac{7}{5}\vec{e}_1 + \frac{1}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_4.$$

Нетрудно проверить, что полученные векторы $\left\{\vec{a}_3,\ \vec{a}_4\right\}$ образуют линейно независимую систему, а любая их линейная комбинация ортогональна любой линейной комбинации векторов $\left\{\vec{a}_1,\ \vec{a}_2\right\}$.

Следовательно, на этих векторах можно построить ортогональное дополнение $H^{2\perp}$, параметрические уравнения которого имеют вид, аналогичный параметрическим уравнениям подпространства H^2:

$$\begin{cases} x^1 = \dfrac{9}{5}\tau_1 - \dfrac{7}{5}\tau_2, \\ x^2 = \dfrac{3}{5}\tau_1 + \dfrac{1}{5}\tau_2, \otimes \\ x^3 = \tau_1, \\ x^4 = \tau_2. \end{cases}$$

Пример 2.3.14. В аффинном пространстве A^4 координатами относительно репера $\left\{O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\}$ заданы четыре точки:

$$A_1(1; 4; 2; 0),\ A_2(3; 7; 3; 2),\ A_3(2; 6; 3; -1),\ A_4(1; 4; 5; 2).$$

Получить уравнения гиперплоскости, проходящей через заданные точки.

Р е ш е н и е. Обозначим точку A_1 через $O^* \equiv A_1$ и примем её за начало репера на гиперплоскости $H^3 \subset A^4$.

Рассмотрим векторы:

$$\begin{aligned} \vec{a}_1 &= \vec{O^*A_2} = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 &= \vec{O^*A_3} = \ \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \ \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 &= \vec{O^*A_4} = \qquad\quad 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4. \end{aligned} \qquad (1)$$

Требуя, чтобы для линейной комбинации этих векторов выполнялось условие

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \alpha_3 \vec{a}_3 = \vec{0},$$

решая вытекающую из этого условия СЛАУ для неопределённых коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ методом Гаусса, выясняем, что данное условие выполняется только при $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$. Из этого результата заключаем, что система векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ линейно независима и её можно выбрать в качестве базиса репера

$$\left\{ O^*, \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$$

на гиперплоскости $H^3 \subset A^4$.

Пусть $M\left(x^1; x^2; x^3; x^4\right)$ – текущая точка гиперплоскости, координаты которой определены относительно репера $\left\{ O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$ вмещающего пространства A^4. Тогда её радиус-векторы $\vec{OM}$ относительно репера $\left\{ O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$ пространства A^4 и $\vec{O^*M}$ относительно репера $\left\{ O^*, \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ гиперплоскости $H^3 \subset A^4$ могут быть, соответственно, представлены в виде разложений:

$$\begin{aligned} &\vec{x} \equiv \vec{OM} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3 + x^4 \vec{e}_4, \\ &\vec{O^*M} = t_1 \vec{a}_1 + t_1 \vec{a}_2 + t_1 \vec{a}_3. \end{aligned} \qquad (2)$$

Векторное уравнение гиперплоскости имеет вид:

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{O^*M}, \qquad (3)$$

где

$$\vec{x}_0 \equiv \vec{OO^*} = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3. \qquad (4)$$

Подставляя (1), (2) и (4) в (3), получаем ***параметрические уравнения***

$$\begin{cases} x^1 = 1 + 2t_1 + t_2, \\ x^2 = 4 + 3t_1 + 2_2, \\ x^3 = 2 + t_1 + t_2 + 3t_3, \\ x^4 = 2t_1 - t_2 + 2t_3, \end{cases} \tag{5}$$

гиперплоскости $H^3 \subset A^4$. Для получения неявного уравнения гиперплоскости выразим три параметра t_1, t_2, t_3 из первых трёх уравнений (5), решая СЛАУ

$$\begin{cases} 2t_1 + t_2 = x^1 - 1, \\ 3t_1 + 2t_2 = x^2 - 4, \\ t_1 + t_2 + 3t_3 = x^3 - 2 \end{cases} \tag{6}$$

методом Гаусса, и подставим их в четвёртое уравнение. В процессе решения устанавливаем, что СЛАУ совместна и имеет единственное решение:

$$t_1 = 2x^1 - x^2 + 2;$$

$$t_2 = -3x^1 + 2x^2 - 5;$$

$$t_3 = \frac{1}{3}x^1 - \frac{1}{3}x^2 + \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{3}.$$

Подстановка в четвёртое из уравнений (5) приводит к неявному уравнению гиперплоскости $H^3 \subset A^4$, проходящей через заданные четыре точки:

$$23x^1 - 14x^2 + 2x^3 - 3x^4 + 29 = 0. \otimes$$

Практическое занятие 4. Линейные операторы

Операторы, матрицы, определители и СЛАУ

Пример 2.4.1. В пространстве R^3 оператор $\hat{P}$ действует по правилу

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right) \hat{P}\vec{x} = x^1 \vec{e}_1,$$

то есть ставит в соответствие произвольному вектору $\vec{x}$ его координатную проекцию на ось OX^1. Показать, что оператор линейный и найти его матрицу.

Р е ш е н и е. покажем, что оператор линейный. По определению для линейного оператора справедливо равенство:

$$\hat{P}\left(\alpha_1 \vec{x}_1+\alpha_2 \vec{x}_2\right)=\alpha_1 \hat{P}\vec{x}_1+\alpha_2 \hat{P}\vec{x}_2.$$

Проверим его выполнение для заданного оператора:

$$\hat{P}\left(\alpha_1 \vec{x}_1+\alpha_2 \vec{x}_2\right)=$$

$$=\hat{P}\left[\alpha_1\left(x_1^1 \vec{e}_1+x_1^2 \vec{e}_2+x_1^3 \vec{e}_3\right)+\alpha_2\left(x_2^1 \vec{e}_1+x_2^2 \vec{e}_2+x_2^3 \vec{e}_3\right)\right]=$$

$$=\hat{P}\left[\left(\alpha_1 x_1^1+\alpha_2 x_2^1\right)\vec{e}_1+\left(\alpha_1 x_1^2+\alpha_2 x_2^2\right)\vec{e}_2+\left(\alpha_1 x_1^3+\alpha_2 x_2^3\right)\vec{e}_3\right]=$$

$$=\left(\alpha_1 x_1^1+\alpha_2 x_2^1\right)\vec{e}_1=\alpha_1 x_1^1 \vec{e}_1+\alpha_2 x_2^1 \vec{e}_1=\alpha_1 \hat{P}\vec{x}_1+\alpha_2 \hat{P}\vec{x}_2.$$

Определение выполняется и оператор $\hat{P}$ линейный.

Действуя оператором $\hat{P}$ последовательно на базисные векторы, получаем:

$$\hat{P}\vec{e}_1=1\cdot\vec{e}_1=\vec{e}_1+0\cdot\vec{e}_2+0\cdot\vec{e}_3,$$

$$\hat{P}\vec{e}_2=0\cdot\vec{e}_1=0\cdot\vec{e}_1+0\cdot\vec{e}_2+0\cdot\vec{e}_3,$$

$$\hat{P}\vec{e}_3=0\cdot\vec{e}_1=0\cdot\vec{e}_1+0\cdot\vec{e}_2+0\cdot\vec{e}_3.$$

Теперь матрица оператора принимает следующий вид:

$$P=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{pmatrix}.$$

Оператор $\hat{P}$ называется ***оператором ортогонального проектирования на ось*** OX^1.

$\otimes$

Пример 2.4.2. Показать, что оператор $\hat{A}: R^3 \to R^3$, действующий по правилу

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3\right) \hat{A}\vec{x} = \left[\vec{a}, \left[\vec{x}, \vec{b}\right]\right],$$

где фиксированные векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$ заданы своими разложениями

$$\vec{a} = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \; \vec{b} = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3$$

по каноническому базису, является линейным, и найти его матрицу.

Р е ш е н и е. Из свойств векторного произведения следует, что:

$$\hat{A}\left(\alpha\vec{x} + \beta\vec{y}\right) = \left[\vec{a}, \left[\alpha\vec{x} + \beta\vec{y}, \vec{b}\right]\right] = \left[\vec{a}, \alpha\left[\vec{x}, \vec{b}\right] + \beta\left[\vec{y}, \vec{b}\right]\right] =$$

$$= \alpha\left[\vec{a}, \left[\vec{x}, \vec{b}\right]\right] + \beta\left[\vec{a}, \left[\vec{y}, \vec{b}\right]\right] = \alpha\hat{A}\vec{x} + \beta\hat{A}\vec{y}.$$

Матрицу оператора определяем, находя образы базисных векторов. При этом возможны три варианта решения:

1) использовать свойства векторного произведения;

2) использовать формулу для вычисления векторного произведения;

3) использовать для двойного векторного произведения формулу

$$\left[\vec{A}, \left[\vec{B}, \vec{C}\right]\right] = \vec{B}\left(\vec{A}, \vec{C}\right) - \vec{C}\left(\vec{A}, \vec{B}\right).$$

Используем второй вариант решения, находя векторное произведение

$$\hat{A}\vec{e}_k = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_k, \vec{b}\right]\right]$$

по формуле

$$\left[\vec{x}, \vec{y}\right] = \left(x^2y^3 - x^3y^2\right)\vec{e}_1 + \left(x^3y^1 - x^1y^3\right)\vec{e}_2 + \left(x^1y^2 - x^2y^1\right)\vec{e}_3.$$

Пусть $k = 1$, тогда получаем:

$$\left[\vec{e}_1, \vec{b}\right] = \left(0\cdot 1 - 0\cdot(-1)\right)\vec{e}_1 + \left(0\cdot 1 - 1\cdot 1\right)\vec{e}_2 + \left(1\cdot(-1) - 0\cdot 1\right)\vec{e}_3 = -\vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

Далее имеем:

$$\hat{A}\vec{e}_1 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_1, \vec{b}\right]\right] = -5\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Аналогично находим:

$$\hat{A}\vec{e}_2 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_2, \vec{b}\right]\right] = -4\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 4\vec{e}_3,$$

$$\hat{A}\vec{e}_3 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_3, \vec{b}\right]\right] = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Матрица оператора имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} -5 & -4 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & -4 & -2 \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 2.4.3. Показать, что если $\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2 \ldots, \vec{x}_m\right\} \subset X^n$ – линейно зависимая система векторов, то и система образов $\left\{\hat{A}\vec{x}_1, \hat{A}\vec{x}_2 \ldots, \hat{A}\vec{x}_m\right\} \subset X^n$ при действии линейного оператора $\hat{A}: X^n \to X^n$ также линейно зависимая.

Р е ш е н и е. Составим справедливое в силу линейной зависимости системы векторов равенство

$$\alpha_1\vec{x}_1 + \alpha_2\vec{x}_2 + \ldots + \alpha_m\vec{x}_m = \vec{0},$$

где не все коэффициенты $\{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m\}$ равны нулю одновременно. Действуя на обе части последнего равенства оператором $\hat{A}$, в силу его линейности получаем:

$$\alpha_1\hat{A}\vec{x}_1 + \alpha_2\hat{A}\vec{x}_2 + \ldots + \alpha_m\hat{A}\vec{x}_m = \vec{0},$$

Так как среди коэффициентов $\{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m\}$ есть ненулевые, то система образов

$$\left\{\hat{A}\vec{x}_1, \hat{A}\vec{x}_2 \ldots, \hat{A}\vec{x}_m\right\}$$

линейно зависима. $\otimes$

Пример 2.4.4. Показать, что если система

$$\left\{\hat{A}\vec{x}_1,\ \hat{A}\vec{x}_2\ldots,\ \hat{A}\vec{x}_m\right\}\subset X^n$$

образов векторов системы

$$\left\{\vec{x}_1,\ \vec{x}_2\ldots,\ \vec{x}_m\right\}\subset X^n$$

при действии оператора $\hat{A}: X^n \to X^n$ линейно независимая, то и сама система $\left\{\vec{x}_1,\ \vec{x}_2\ldots,\ \vec{x}_m\right\}\subset X^n$ также линейно независимая.

Р е ш е н и е. Для системы векторов $\left\{\vec{x}_1,\ \vec{x}_2\ldots,\ \vec{x}_m\right\}$ потребуем выполнения равенства нуль вектору линейной комбинации, предполагая, что не все коэффициенты её равны нулю одновременно

$$\alpha_1\vec{x}_1+\alpha_2\vec{x}_2+\ldots+\alpha_m\vec{x}_m=\vec{0},$$

то есть предположим, что система $\left\{\vec{x}_1,\ \vec{x}_2\ldots,\ \vec{x}_m\right\}$ линейно зависимая.

Действуя на обе части равенства оператором $\hat{A}$, получим

$$\alpha_1\hat{A}\vec{x}_1+\alpha_2\hat{A}\vec{x}_2+\ldots+\alpha_m\hat{A}\vec{x}_m=\vec{0},$$

где в силу линейной независимости системы образов векторов

$$\left\{\hat{A}\vec{x}_1,\ \hat{A}\vec{x}_2\ldots,\ \hat{A}\vec{x}_m\right\}$$

выполняется условие

$$\alpha_1=\alpha_2=\ldots=\alpha_m=0.$$

Следовательно, предположение о линейной зависимости системы векторов

$$\left\{\vec{x}_1,\ \vec{x}_2\ldots,\ \vec{x}_m\right\}$$

неверное. Система линейно независимая. $\otimes$

Пример 2.4.5. Пусть $\vec{x} \in R^3$ – произвольный вектор. Вычислить коммутатор

$$\left[\hat{A}, \hat{B}\right]\vec{x} \equiv \left(\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}\right)\vec{x}$$

операторов $\hat{A}: R^3 \to R^3$ и $\hat{B}: R^3 \to R^3$, представленных в каноническом базисе пространства R^3 своими матрицами

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix}, \; B = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Коммутатор операторов – коммутатор их матриц, равен:

$$AB - BA = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 32 & 22 & 16 \\ 8 & 16 & 26 \\ 12 & 8 & 4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 14 & 4 & 14 \\ 15 & 12 & 23 \\ 14 & 20 & 26 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 & 18 & 2 \\ -7 & 4 & 3 \\ -2 & -12 & -22 \end{pmatrix}$$

Находим коммутатор операторов – результат воздействия оператора $\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$ на произвольный вектор $\vec{x} \in R^3$, для чего находим координаты образа вектора:

$$\left(AB - BA\right)|x\rangle = \begin{pmatrix} 18 & 18 & 2 \\ -7 & 4 & 3 \\ -2 & -12 & -22 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18x^1 + 18x^2 + 2x^3 \\ -7x^1 + 4x^2 + 3x^3 \\ -2x^1 - 12x^2 - 22x^3 \end{pmatrix}.$$

Теперь образ вектора равен:

$$\left[\hat{A}, \hat{B}\right]\vec{x} = \left(\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}\right)\vec{x} = \left(18x^1 + 18x^2 + 2x^3\right)\vec{e}_1 +$$

$$+\left(-7x^1 + 4x^2 + 3x^3\right)\vec{e}_1 + \left(-2x^1 - 12x^2 - 22x^3\right)\vec{e}_1. \otimes$$

Пример 2.4.6. В каноническом базисе трёхмерного пространства R^3 действия операторов $\hat{A}: R^3 \to R^3$ и $\hat{B}: R^3 \to R^3$ на произвольный вектор $\vec{x} \in R^3$ заданы соотношениями:

$$A\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 \\ x_2 + 3x_3 \\ 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 \end{pmatrix}; \; B\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 + x_2 - x_3 \\ x_2 + x_3 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Найти координаты вектора $\left(2\hat{A} + \hat{A}\hat{B}\right)\vec{x}$.

Р е ш е н и е. Находим матрицы операторов, исходя из координатной формы записи действия оператора в фиксированном базисе:

$$A|x\rangle = \begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 & a_3^1 \\ a_1^2 & a_2^2 & a_3^2 \\ a_1^3 & a_2^3 & a_3^3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1^1 x^1 + a_2^1 x^2 + a_3^1 x^3 \\ a_1^2 x^1 + a_2^2 x^2 + a_3^2 x^3 \\ a_1^3 x^1 + a_2^3 x^2 + a_3^3 x^3 \end{pmatrix}.$$

Сравнивая данные условия задачи с координатной формулой действия оператора, находим их матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix}; \; B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Производим указанные в условии задачи действия с матрицами:

$$2A + AB = 2\begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 4 & -10 & -6 \\ 0 & 2 & 6 \\ 4 & -10 & -6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & -3 & -10 \\ 0 & 1 & 4 \\ 2 & -3 & -10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & -13 & -16 \\ 0 & 3 & 10 \\ 6 & -13 & -16 \end{pmatrix}.$$

Находим координаты образа вектора $\vec{x}$, используя координатную форму записи:

$$\left(2A+AB\right)\begin{pmatrix}x_1\\x_2\\x_3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}6&-13&-16\\0&3&10\\6&-13&-16\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\x_2\\x_3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}6x_1-13x_2-16x_3\\3x_2+10x_3\\6x_1-13x_2-16x_3\end{pmatrix}.$$

Окончательно получаем:

$$\vec{x}=\left(6x_1-13x_2-16x_3\right)\vec{e}_1+\left(3x_2+10x_3\right)\vec{e}_2+\left(6x_1-13x_2-16x_3\right)\vec{e}_3.\ \otimes$$

Пример 2.4.7. Найти $\left(\hat{A}\vec{x}+\vec{y},\ \vec{x}+\hat{B}\vec{y}\right)$, если

$$\vec{x}=\vec{e}_1+3\vec{e}_2+6\vec{e}_3;\ \vec{y}=-3\vec{e}_1-\vec{e}_2-5\vec{e}_3;$$

$$A=\begin{pmatrix}1&2&3\\2&3&1\\3&1&2\end{pmatrix};B=\begin{pmatrix}3&1&2\\1&2&3\\2&3&1\end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим вектор $\hat{A}\vec{x}+\vec{y}$ в координтаном представлении:

$$A\left|x\right\rangle+\left|y\right\rangle=\begin{pmatrix}1&2&3\\2&3&1\\3&1&2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1\\3\\6\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-3\\-1\\-5\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}25\\17\\18\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-3\\-1\\-5\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}22\\16\\13\end{pmatrix};$$

$$\hat{A}\vec{x}+\vec{y}=22\vec{e}_1+16\vec{e}_2+13\vec{e}_3.$$

2) Находим вектор $\vec{x}+\hat{B}\vec{y}$ в координтаном представлении:

$$\left|x\right\rangle+B\left|y\right\rangle=\begin{pmatrix}1\\3\\6\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}3&1&2\\1&2&3\\2&3&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-3\\-1\\-5\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1\\3\\6\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-20\\-20\\-14\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-19\\-17\\-8\end{pmatrix};$$

$$\vec{x}+\hat{B}\vec{y}=-19\vec{e}_1-17\vec{e}_2-8\vec{e}_3.$$

3) Находим указанное в условии скалярное произведение:

$$\left(\hat{A}\vec{x}+\vec{y},\ \vec{x}+\hat{B}\vec{y}\right)=22\cdot\left(-19\right)+16\cdot\left(-17\right)+13\cdot\left(-8\right)=-794.\ \otimes$$

Пример 2.4.8. Решить методом Гаусса СЛАУ

$$\begin{cases} 2x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 5, \\ x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ 3x^1 + x^2 - x^3 + 2x^4 = -1. \end{cases} \quad (1)$$

Р е ш е н и е. 1) Удобно поменять местами первое и второе уравнения системы (1), так как у второго уравнения коэффициент при первом неизвестном равен 1:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ 2x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 5, \\ 3x^1 + x^2 - x^3 + 2x^4 = -1. \end{cases} \quad (2)$$

Выражаем из первого уравнения СЛАУ (2) неизвестное x^1 и подставляем результат в оставшиеся уравнения:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases} \quad (3)$$

Два последних уравнения в (3) одинаковы, поэтому одно уравнение можно отбросить:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases} \quad (4)$$

Принимаем в (4) неизвестные x^3, x^4 за свободные неизвестные и, полагая $x^3 = a$ и $x^4 = b$, выражаем через них x^2, x^1, имеем общее решение СЛАУ:

$$x^2 = -\frac{17}{5} + a - \frac{7}{5}x^4,\ x^1 = \frac{4}{5} - \frac{1}{5}b,\ x^3 = a,\ x^4 = b.$$

2) Приведём матричную реализацию метода Гаусса. Перепишем систему уравнений в виде расширенной матрицы и поменяем местами первую и вторую строки матрицы:

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}.$$

Умножая мысленно первую строку матрицы первый раз на 2, а второй раз на 3 и вычитая в реальности последовательно из второй и третьей строки (как вектор-строку), получаем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix}.$$

Вторая и третья строки матрицы идентичны, то есть второе и третье уравнения системы одинаковы. Отбрасывая третью строку, получаем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix}.$$

Эквивалентная система уравнений имеет вид (4):

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases}$$

Дальше решение повторяет выполненные в первом пункте операции.

Дадим интерпретацию полученного общего решения СЛАУ, для чего запишем вектор-столбец решения так

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{4}{5} - \frac{1}{5}b \\ -\frac{17}{5} + a - \frac{7}{5}b \\ a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4/5 \\ -17/5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + a\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b\begin{pmatrix} -1/5 \\ -7/5 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Если теперь переписать полученный результат в символическом виде

$$|x\rangle = |x_0\rangle + a|a\rangle + b|b\rangle,$$

где

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix}, |x_0\rangle = \begin{pmatrix} 4/5 \\ -17/5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |b\rangle = \begin{pmatrix} -1/5 \\ -7/5 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix},$$

То становится очевидным, что общее решение системы уравнений с геометрической точки зрения представляет собой двумерное линейное многообразие проходящее через “точку” $\left|x_0\right\rangle$ и имеющее направляющие векторы $\left|a\right\rangle$ и $\left|b\right\rangle$. $\otimes$

Пример 2.4.9. Вычислить определитель

$$D=\begin{vmatrix}1 & 1 & 1\\ 2 & -3 & 1\\ 4 & -1 & -5\end{vmatrix}.$$

Р е ш е н и е. 1) Вычтем элементы первого столбца из соответствующих элементов второго и третьего столбцов, получим:

$$D=\begin{vmatrix}1 & 0 & 0\\ 2 & -5 & -1\\ 4 & -5 & -9\end{vmatrix}.$$

2) В полученном определителе в первой строке отличен от нуля только один первый элемент. Применяя формулу разложения определителя по элементам первой строки, получаем:

$$D=\begin{vmatrix}1 & 0 & 0\\ 2 & -5 & -1\\ 4 & -5 & -9\end{vmatrix}=1\cdot(-1)^{1+1}\begin{vmatrix}-5 & -1\\ -5 & -9\end{vmatrix}+0\cdot(-1)^{1+2}\begin{vmatrix}2 & -1\\ 4 & -9\end{vmatrix}+$$

$$+0\cdot(-1)^{1+3}\begin{vmatrix}2 & -5\\ 4 & -5\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}-5 & -1\\ -5 & -9\end{vmatrix}=45-5=40.\ \otimes$$

Пример 2.4.10. Найти матрицу, обратную матрице

$$A=\begin{pmatrix}1 & -1 & 1\\ 2 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 2\end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Определитель матрицы $\det A=5\neq 0$. Матрица A невырожденная, следовательно, обратная матрица A^{-1} существует.

Находим алгебраические дополнения элементов матрицы A:

$$A_1^1=1;\ A_2^1=-3;\ A_3^1=1$$

$$A_1^2=3;\ A_2^2=1;\ A_3^2=-2;$$

$$A_1^3 = -2;\ A_2^3 = 1;\ A_3^3 = 3.$$

Находим присоединённую матрицу:

$$adjA = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \\ -2 & 1 & 3 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 \\ -3 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Находим обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \cdot adjA = \frac{1}{5}\begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 \\ -3 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Проверка по формулам $A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = I$ подтверждает правильность расчёта. $\otimes$

Пример 2.4.11. Матричным методом решить СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 + 3x^2 = 0, \\ 2x^1 + 4x^2 = 6. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. 1) Проверяем условие невырожденности основной матрицы системы уравнений, для чего вычисляем определитель основной матрицы системы:

$$\det A = -2 \neq 0.$$

Обратная матрица существует.

2) Перепишем СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

3) Находим алгебраические дополнения элементов основной матрицы системы: $A_1^1 = 4, A_2^1 = -2, A_1^2 = -3, A_2^2 = 1.$

4) Составляем матрицу алгебраических дополнений и, транспонируя её, находим присоединённую матрицу:

$$\begin{pmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow adjA = \begin{pmatrix} 4 & -3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}.$$

5) Находим обратную матрицу:

$$A^{-1}=\frac{adjA}{\det A}=-\frac{1}{2}\cdot\begin{pmatrix}4 & -3\\ -2 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-2 & \frac{3}{2}\\ 1 & -\frac{1}{2}\end{pmatrix}.$$

6) Находим значения неизвестных:

$$\begin{pmatrix}x^1\\ x^2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-2 & \frac{3}{2}\\ 1 & -\frac{1}{2}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0\\ 6\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}9\\ -3\end{pmatrix}\Rightarrow x^1=9,\ x^2=-3.\ \otimes$$

Пример 2.4.12. Найти неизвестную матрицу X из уравнения

$$\begin{pmatrix}2 & 5\\ 1 & 3\end{pmatrix}X=\begin{pmatrix}4 & -6\\ 2 & 1\end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Имеем матричное уравнение вида $AX=B$, где

$$A=\begin{pmatrix}2 & 5\\ 1 & 3\end{pmatrix},\ B=\begin{pmatrix}4 & -6\\ 2 & 1\end{pmatrix}.$$

Чтобы его решить, нужно найти матрицу A^{-1} и умножить уравнение на неё слева. Тогда решение запишется в виде $X=A^{-1}B$.

1) Проверяем условие невырожденности. Определитель матрицы A равен:

$$\det A=\begin{vmatrix}2 & 5\\ 1 & 3\end{vmatrix}=6-5=1\neq 0.$$

Матрица невырождена, следовательно, обратная матрица существует.

2) Вычисляем алгебраические дополнения элементов матрицы A:

$$A_1^1=3,\ A_2^1=-1,\ A_1^2=-5,\ A_2^2=2.$$

Составляем союзную матрицу и находим обратную матрицу:

$$A^{-1}=\frac{1}{\det A}\begin{pmatrix}A_1^1 & A_2^1\\ A_1^2 & A_2^2\end{pmatrix}^T=\frac{1}{\det A}\begin{pmatrix}A_1^1 & A_1^2\\ A_2^1 & A_2^2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3 & -5\\ -1 & 2\end{pmatrix}.$$

3) Умножаем данное матричное уравнение на матрицу A^{-1} слева:

$$\begin{pmatrix}3 & -5\\ -1 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}2 & 5\\ 1 & 3\end{pmatrix}X=\begin{pmatrix}3 & -5\\ -1 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}4 & -6\\ 2 & 1\end{pmatrix}\Rightarrow X=\begin{pmatrix}2 & -23\\ 0 & 8\end{pmatrix}.$$

Проверка правильности вычислений осуществляется путём подстановки в исходное уравнение. ⊗

Пример 2.4.13. Решить СЛАУ, используя формулы Крамера:

$$\begin{cases} 3x^1 + 2x^2 + x^3 = 5, \\ 2x^1 + 3x^2 + x^3 = 1, \\ 2x^1 + x^2 + 3x^3 = 11. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. 1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 3\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} - 2\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} + 2\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det A \neq 0$, то система уравнений совместна и определённа.

2) Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$x^1 = \frac{1}{12}\begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = \frac{5}{12}\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} - \frac{1}{12}\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} + \frac{11}{12}\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$= \frac{40}{12} - \frac{5}{12} - \frac{11}{12} = \frac{24}{12} = 2.$$

Аналогично находим x^2 и x^3:

$$x^2 = \frac{1}{12}\begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -2;\ x^3 = \frac{1}{12}\begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 3. \otimes$$

Пример 2.4.14. Пусть $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\} \subset X^4$ – некоторый (старый) базис пространства X^4 и

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

– матрица линейного оператора $\hat{T}: X^4 \to X^4$ в этом базисе. Найти матрицу линейного оператора $\hat{T}$ в новом базисе

$$\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3, \vec{g}_4\right\} \subset X^4,$$

если известно, что векторы нового базиса выражаются через векторы старого базиса разложениями:

$$\vec{g}_1 = \vec{a}_1, \vec{g}_2 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2, \vec{g}_3 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3, \vec{g}_4 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4.$$

Р е ш е н и е. Матрица перехода от старого базиса к новому имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрица невырождена, так как $\det A = 1$. Следовательно, существует обратная матрица. Для нахождения обратной матрицы найдём сначала алгебраические дополнения элементов матрицы A:

$$\begin{array}{llll} A_1^1 = 1; & A_2^1 = -1; & A_3^1 = 0; & A_4^1 = 0; \\ A_1^2 = 0; & A_2^2 = 1; & A_3^2 = -1; & A_4^2 = 0; \\ A_1^3 = 0; & A_2^3 = 0; & A_3^3 = 1; & A_4^3 = -1; \\ A_1^4 = 0; & A_2^4 = 0; & A_3^4 = 0; & A_4^4 = 1. \end{array}$$

Теперь обратная матрица находится по формуле $\hat{A} = \dfrac{1}{\det A} adjA$ и имеет вид:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

При переходе от старого базиса к новому базису матрица оператора T преобразуется по формуле $T' = \left(A^{-1}\right)^T T A^T$. Проводя вычисления, получаем матрицу T':

$$T'=\begin{pmatrix}1 & -1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & -1 & 0\\ 0 & 0 & 1 & -1\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 2 & 0 & 1\\ 3 & 0 & -1 & 2\\ 2 & 5 & 3 & 1\\ 1 & 2 & 1 & 3\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 1 & 1 & 1\\ 0 & 1 & 1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 1\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}=$$

$$=\begin{pmatrix}-2 & 0 & 1 & 0\\ 1 & -4 & -8 & -7\\ 1 & 4 & 6 & 4\\ 1 & 3 & 4 & 7\end{pmatrix}.\otimes$$

Практическое занятие 5. Общие свойства линейных операторов

Ядро и ранг линейного оператора. Критерии совместности СЛАУ

Пример 2.5.1. Найти ядро $K\left(\hat{A}\right)$ линейного оператора $\hat{A}: X^4 \to X^3$, заданного в некоторых базисах

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\} \subset X^4, \left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\} \subset X^3$$

этих пространств матрицей

$$A=\begin{pmatrix}1 & 0 & 2 & 4\\ 0 & 3 & 1 & 2\\ 0 & -1 & -2 & 0\end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. По определению ядро

$$K\left(\hat{A}\right)=\left\{\vec{x} \in X^4 : \hat{A}\vec{x}=\vec{0}\right\},$$

поэтому

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда имеем СЛАУ вида

$$\begin{cases} x^1 + 2 \cdot x^3 + 4 \cdot x^4 = 0, \\ 3 \cdot x^2 + x^3 + 2 \cdot x^4 = 0, \\ -x^2 - 2 \cdot x^3 = 0. \end{cases}$$

Решая эту СЛАУ, например, метом Гаусса, получаем:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \to \left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 2 & 0 \end{array}\right).$$

Принимая неизвестное x^4 за свободное неизвестное и, полагая $x^4 = t$, где t может принимать произвольные значения из R, получаем:

$$x^3 = \frac{2}{5}t,\ x^2 = -\frac{4}{5}t,\ x^1 = -\frac{24}{5}t.$$

Откуда для ядра оператора имеем

$$K\left(\hat{A}\right) = \left\{\vec{x} \in X^4 : \vec{x} = t\,\vec{a}; t \in R\right\},$$

где

$$\vec{a} = -\frac{24}{5}\vec{e}_1 - \frac{4}{5}\vec{e}_2 + \frac{2}{5}\vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Таким образом, ядро оператора является одномерным линейным многообразием $L\left\{\vec{a}\right\}$ с направляющим вектором $\vec{a}$. $\otimes$

Пример 2.5.2. Пусть Y – множество симметричных матриц 2-го порядка с обычными матричными операциями сложения матриц и умножения матрицы на число. Показать, что это множество является векторным подпространством векторного пространства всех квадратных матриц второго порядка.

Р е ш е н и е. Сначала покажем, что множество X квадратных матриц 2-го порядка вида

$$A=\begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_1^2 & a_2^2 \end{pmatrix},\ B=\begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_1^2 & b_2^2 \end{pmatrix},\ C=\begin{pmatrix} c_1^1 & c_2^1 \\ c_1^2 & c_2^2 \end{pmatrix}$$

является векторным пространством. Для этого надо показать, что операция сложения, являясь алгебраической, удовлетворяет четырём аксиомам для операции сложения векторного пространства.

То, что операция сложения во множестве X алгебраическая, очевидно. Легко видеть, что операция сложения ассоциативна и коммутативна, то есть

$$A+B=B+A;\ (A+B)+C=A+(B+C).$$

Во множестве X имеется нейтральный элемент

$$O=\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

и противоположный элемент

$$-A=\begin{pmatrix} -a_1^1 & -a_2^1 \\ -a_1^2 & -a_2^2 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно проверить и выполнение аксиом для операции умножения на число.

Легко видеть, что во множестве X каноническим базисом является система матриц вида

$$\left\{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\right\}.$$

Действительно, произвольная матрица может быть записана в виде разложения по матрицам этой системы:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}=a\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}+b\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}+c\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}+d\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Множество симметричных матриц Y вида

$$A=\begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix},\ B=\begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_2^1 & b_2^2 \end{pmatrix}$$

является подпространством векторного пространства X. Действительно, симметрические матрицы образуют подмножество пространства X. Операции сложения и умножения на число не

нарушают свойства симметричности матрицы. Действительно, результат выполнения этих операций является, очевидно, снова симметричной матрицей:

$$A+B=\begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix}+\begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_2^1 & b_2^2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} a_1^1+b_1^1 & a_2^1+b_2^1 \\ a_2^1+b_2^1 & a_2^2+b_2^1 \end{pmatrix},$$

$$\alpha A=\alpha\cdot\begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} \alpha\cdot a_1^1 & \alpha\cdot a_2^1 \\ \alpha\cdot a_2^1 & \alpha\cdot a_2^2 \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 2.5.3. Найти ранг матрицы

$$A=\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. 1. ***Первый метод*** (элементарные преобразования матрицы). Ранг матрицы подчинён неравенству $r(A)\le \min(m, n)=3$ ($n-$число строк, $m-$число столбцов). Для нахождения ранга применим элементарные преобразования матрицы.

Вычтем первую строку матрицы из второй строки и, умножив её мысленно на 3, из третьей:

$$A=\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix}\cong\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \end{pmatrix}.$$

Вычёркивая из матрицы третью строку, совпадающую со второй строкой, получаем

$$A\cong\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \end{pmatrix}.$$

Здесь символ $\cong$ использован для обозначения эквивалентности матриц по рангу в процессе преобразований.

Видим, что наивысший порядок отличного от нуля минора равен 2 (левый угловой минор является треугольным). Таким образом, ранг матрицы $r=2$.

2. ***Второй метод*** (окаймляющих миноров). Минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}=5\ne 0.\ A=\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

Минор, окаймляющий первый минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ 3 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = 2-2=0.$$

Следующий окаймляющий минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \\ 3 & -1 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 0 & 5 & -2 \\ 0 & 5 & -2 \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & -2 \\ 5 & -2 \end{vmatrix} = 2-2=0.$$

Все окаймляющие миноры равны нулю, следовательно, ранг матрицы

$r(A)=2.\otimes$

Пример 2.5.4. Найти ранг $r\left(\hat{A}\right)$, множество значений $\hat{A}\left(X^5\right)$ и дефект $d\left(\hat{A}\right)$ ли-

нейного оператора $\hat{A}: X^5 \to X^3$, если этот оператор в некоторых базисах пространств X^5 и X^3 имеет матрицу

$$A=\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 & -3 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Пусть отмечены базисы

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4, \vec{e}_5\right\} \subset X^5, \left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3\right\} \subset X^3,$$

в которых матрица оператора имеет указанный вид.

1) Находим ранг матрицы оператора:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 & -3 \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 10 & -13 & -19 \\ 0 & 1 & 1 & -5 & -7 \end{pmatrix} \to$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 10 & -13 & -19 \\ 0 & 0 & -9 & 8 & 12 \end{pmatrix}.$$

Угловой минор третьего порядка преобразованной матрицы

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 10 \\ 0 & 0 & -9 \end{vmatrix} = -9 \neq 0,$$

следовательно, ранг матрицы $r(A) = 3.$

2) Вектор-столбцы преобразованной матрицы, образующие её базисный минор, составлены из координат базисных векторов множества значений оператора, то есть базис множества значений имеет вид

$$|a\rangle_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle_3 = \begin{pmatrix} -2 \\ 10 \\ -9 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\vec{a}_1 = \vec{g}_1,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{g}_2,$$

$$\vec{a}_3 = -2\vec{g}_1 + 10\vec{g}_2 - 9\vec{g}_3.$$

Множеством значений оператора является линейная оболочка системы векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$:

$$\hat{A}\left(X^5\right) = \left\{\vec{y} \in X^3 : \left(\forall \alpha, \beta, \eta \in R^1\right) \vec{y} = \alpha \cdot \vec{a}_1 + \beta \cdot \vec{a}_2 + \eta \cdot \vec{a}_3\right\},$$

3) По теореме о связи ранга и дефекта линейного оператора имеем

$$r\left(\hat{A}\right) + d\left(\hat{A}\right) = 5,$$

откуда получаем $d\left(\hat{A}\right) = 2$. Итак, $r\left(\hat{A}\right) = 3,\ d\left(\hat{A}\right) = 2.$ $\otimes$

Пример 2.5.5. Найти базисы суммы и пересечения подпространств

$$L_1\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\} = \left\{\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \alpha_3 \vec{a}_3\right\},$$

$$L_2\left\{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3\right\} = \left\{\beta_1 \vec{b}_1 + \beta_2 \vec{b}_2 + \beta_3 \vec{b}_3\right\},$$

если $\alpha_k, \beta_k \in R^1$ и

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3,\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3;$$

$$\vec{b}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3,\ \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3,\ \vec{b}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Находим базисы подпространств:

$$\dim L_1 = r\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix} = 2, \text{ базисный минор } \Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix};$$

$$\dim L_2 = r\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \end{pmatrix} = 2, \text{ базисный минор } \Delta_1 = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{vmatrix}.$$

Базисом L_1 является подсистема

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

а базисом L_2 подсистема

$$\vec{b}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

$$\vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3.$$

Чтобы найти базис подпространства $L_1 + L_2$, вычислим ранг матрицы, столбцами которой являются векторы $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1, \vec{b}_2$:

$$r\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} = 3, \text{ базисный минор } \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, имеем

$$\dim(L_1 + L_2) = 3$$

и базис подпространства $L_1 + L_2$ есть система $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1\right\}$.

Теперь базис пересечения подпространств

$$\dim(L_1 \cap L_2) = \dim L_1 + \dim L_2 - \dim(L_1 + L_2) = 4 - 3 = 1.$$

Таким образом, базис $L_1 \cap L_2$ состоит из одного вектора.

Вектор $\vec{b}_2$ разложим по базису $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1\right\}$ подпространства $L_1 + L_2$:

$$\vec{b}_2 = \alpha_2^1 \vec{a}_1 + \alpha_2^2 \vec{a}_2 + \beta_2^1 \vec{b}_1.$$

Составляем систему уравнений, используя разложения векторов

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

$$\vec{b}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3.$$

Решение этой СЛАУ даёт:

$$\alpha_2^1 = 2,\ \alpha_2^2 = 1,\ \beta_2^1 = -1,$$

Таким образом,

$$\vec{b}_2 = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 - \vec{b}_1,$$

Следовательно, вектор

$$\vec{c} = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{b}_1 + \vec{b}_2 = 3\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + \vec{e}_3$$

является базисом подпространства $L_1 \cap L_2$. $\otimes$

Пример 2.5.6. Выяснить вопрос о совместности СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 - 2x^2 + x^3 = 3, \\ x^1 + 3x^2 - x^3 = 1, \\ 3x^1 - x^2 + x^3 = 7. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. Выписываем основную и расширенную матрицы СЛАУ:

$$A=\begin{pmatrix}1 & -2 & 1\\ 1 & 3 & -1\\ 3 & -1 & 1\end{pmatrix};\ B=\left(\begin{array}{ccc|c}1 & -2 & 1 & 3\\ 1 & 3 & -1 & 1\\ 3 & -1 & 1 & 7\end{array}\right).$$

Минор второго порядка в левом верхнем углу (см. предыдущий пример) равен $5\neq 0$. Все миноры третьего порядка, как у матрицы A, так и у матрицы B, равны нулю: ранги основной и расширенной матриц $r(A)=r(B)=2$. Следовательно, СЛАУ совместна. $\otimes$

Пример 2.5.7. Выяснить, при каких значениях параметра a СЛАУ с основной матрицей

$$A=\begin{pmatrix}1 & 1 & -1 & 1\\ -1 & 2 & 1 & -1\\ 1 & -3 & -1 & 1\end{pmatrix}$$

и столбцом правых частей $|b\rangle=(2\quad 1\quad a)^T$ является совместной.

Р е ш е н и е. Нетрудно видеть, что ранг матрицы A СЛАУ $r(A)=2$. Расширенная матрица имеет вид

$$B=\begin{pmatrix}1 & 1 & -1 & 1 & 2\\ -1 & 2 & 1 & -1 & 1\\ 1 & -3 & -1 & 1 & a\end{pmatrix}.$$

Вычеркнем в расширенной матрице третий и четвёртый столбцы. Так как ранг матрицы не изменится, то имеем

$$\det B=\det\begin{pmatrix}1 & 1 & 2\\ -1 & 2 & 1\\ 1 & -3 & a\end{pmatrix}=3a+6.$$

Если $a\neq -2$, то $\det B\neq 0$ и $r(B)=3\neq r(A)$ – СЛАУ несовместна. Если $a=-2$, то $\det B=0$. Так как у матрицы B имеются отличные от нуля миноры, то $r(B)=2=r(A)$. Поэтому при $a=-2$ СЛАУ совместна. $\otimes$

Задания для самостоятельной работы

Векторная алгебра

1. Даны векторы $\vec{x}$, $\vec{y}$, $\vec{z}$. Найти линейную комбинацию (вектор)

$$\vec{u} = \alpha\vec{x} + \beta\vec{y} + \gamma\vec{z}$$

и норму (длину) вектора $\vec{u}$:

1) $\vec{x} = -2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3$, $\vec{y} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2$, $\vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3$,
$\alpha = 4$, $\beta = -3$, $\gamma = 1$;

2) $\vec{x} = -3\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + 4\vec{e}_3$, $\vec{y} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3$, $\vec{z} = -\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3$,
$\alpha = -4$, $\beta = 3$, $\gamma = -2$;

3) $\vec{x} = \vec{e}_1 - 6\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3$, $\vec{y} = -3\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3$, $\vec{z} = 2\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3$,
$\alpha = 7$, $\beta = -5$, $\gamma = -1$.

2. Найти косинус угла между векторами $\vec{AB}$ и $\vec{AC}$, если:

1) $A(2; -2; 3)$, $B(1; -1; 2)$, $C(4; -4; 5)$;

2) $A(0; -2; 6)$, $B(-12; -2; -3)$, $C(-9; -2; -6)$;

3) $A(2; 3; -1)$, $B(4; 5; -2)$, $C(3; 1; 1)$.

3. На плоскости R^2 заданы своими координатами три вершины A, B и C параллелограмма. Найти:

1) координаты четвёртой вершины D;

2) косинус угла между сторонами AB и AC;

3) длины диагоналей и косинус угла между ними.

1) $A(-1; 2; -2)$, $B(3; 4; -5)$, $C(1; 1; 0)$;

2) $A(-2; -2; 0)$, $B(-1; -2; 4)$, $C(5; -2; 1)$;

3) $A(3; 3; -1)$, $B(3; 2; 0)$, $C(4; 4; -1)$.

4. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами заданы векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$. Найти $\left(\alpha\vec{x}+\beta\vec{y},\ \gamma\vec{x}+\lambda\vec{y}\right)$, если дано:

1) $\vec{x}=\vec{e}_1+5\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{y}=\vec{e}_1+7\vec{e}_2+\vec{e}_3,$

$\alpha=4,\ \beta=-3,\ \gamma=1,\ \lambda=2;$

2) $\vec{x}=2\vec{e}_1+5\vec{e}_2+8\vec{e}_3,\ \vec{y}=\vec{e}_1-3\vec{e}_2-7\vec{e}_3,$

$\alpha=-2,\ \beta=-5,\ \gamma=-1,\ \lambda=-2;$

3) $\vec{x}=-2\vec{e}_1+4\vec{e}_2-8\vec{e}_3,\ \vec{y}=5\vec{e}_1+3\vec{e}_2+7\vec{e}_3,$

$\alpha=11,\ \beta=6,\ \gamma=2,\ \lambda=-7.$

5. Найти $\left(\vec{x}-4\vec{y},\ 6\vec{x}+\vec{y}\right)$, если дано:

1) $\left\|\vec{x}\right\|=4,\ \left\|\vec{y}\right\|=5,\ \left\{\vec{x}\hat{,}\vec{y}\right\}=\frac{\pi}{4};$

2) $\left\|\vec{x}\right\|=6,\ \left\|\vec{y}\right\|=1,\ \left\{\vec{x}\hat{,}\vec{y}\right\}=\frac{\pi}{3};$

3) $\left\|\vec{x}\right\|=2{,}5,\ \left\|\vec{y}\right\|=1{,}5,\ \left\{\vec{x}\hat{,}\vec{y}\right\}=\frac{\pi}{6}.$

6. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами задан вектор $\vec{x}$. Найти направляющие косинусы и орт данного вектора, если дано:

1) $\vec{x}=\vec{e}_1-2\vec{e}_2+4\vec{e}_3;$

2) $\vec{x}=-\vec{e}_1-3\vec{e}_2+5\vec{e}_3;$

3) $\vec{x}=5\vec{e}_1-\vec{e}_2-6\vec{e}_3.$

Прямые линии и плоскости

1. Вычислить объём параллелепипеда, построенного на векторах:

1) $\vec{x} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2,\ \vec{y} = -\vec{e}_1 - \vec{e}_3,\ \vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3;$

2) $\vec{x} = 3\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{y} = 5\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3,\ \vec{z} = -\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3;$

3) $\vec{x} = 6\vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{y} = 2\vec{e}_2,\ \vec{z} = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$

2. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{x}$ и $\vec{y}$, если дано:

1) $\vec{x} = \vec{a} + 3\vec{b},\ \vec{y} = 2\vec{a} - \vec{b},\ \left\|\vec{a}\right\| = 2,\ \left\|\vec{b}\right\| = 1,\ \left\{\vec{a}, \vec{b}\right\} = \frac{\pi}{6};$

2) $\vec{x} = 2\vec{a} + \vec{b},\ \vec{y} = \vec{a} - 3\vec{b},\ \left\|\vec{a}\right\| = 2,\ \left\|\vec{b}\right\| = 2,\ \left\{\vec{a}, \vec{b}\right\} = \frac{\pi}{4};$

3) $\vec{x} = \vec{a} - 2\vec{b},\ \vec{y} = \vec{a} + 3\vec{b},\ \left\|\vec{a}\right\| = 1,\ \left\|\vec{b}\right\| = 2,\ \left\{\vec{a}, \vec{b}\right\} = \frac{\pi}{2}.$

3. В пространстве R^3 получить уравнение плоскости, проходящей через точки $A(1; 2; 3)$, $B(2; 3; 1)$, $C(3, 1, 2)$ и найти косинусы углов, образованных её нормальным вектором с осями координат. Построить эту плоскость.

4. Написать канонические уравнения прямой линии, заданной пересечением двух плоскостей, проходящих через точки $A_1(0; 0; 0)$; $B_1(3; 3; 0)$; $C_1(0; 3; 3)$ и $A_2(4; 5; 0)$; $B_2(1; 6; 3)$; $C_2(2; 0; 7)$ соответственно.

5. В пространстве R^3 получить уравнение плоскости, проходящей через точку $A(1; 7; 3)$ и имеющей нормальный вектор, заданный точками $M_1(-2; -1; -8)$ и $M_2(2; 1; 8)$. Найти объём параллелепипеда, построенного на векторах $\vec{ON}_1$, $\vec{ON}_2$ и $\vec{ON}_3$, где N_1, N_2 и N_3 – точки пересечения данной плоскости и осей координат.

6. В пространстве R^3 найти угол между плоскостями, проходящими через точки M_1, M_2, M_3 и N_1, N_2, N_3:

1) $M_1(0;7;-4)$; $M_2(4;8;-1)$; $M_3(-2;1;3)$;

$N_1(2;3;1)$; $N_2(2;0;3)$; $N_3(1;2;0)$;

2) $M_1(1;-2;2)$; $M_2(-3;2;3)$; $M_3(3;0;6)$;

$N_1(0;3;5)$; $N_2(0;-1;3)$; $N_3(4;0;0)$.

7. Найти точку пересечения прямой линии и плоскости:

1) $\dfrac{x^1-2}{1}=\dfrac{x^2-3}{1}=\dfrac{x^3+1}{-4}$, $x^1+x^2+3x^3-10=0$;

2) $\dfrac{x^1+1}{2}=\dfrac{x^2-3}{-4}=\dfrac{x^3+1}{5}$, $x^1+2x^2-x^3+5=0$.

8. Найти координаты проекции точки M_0 на плоскость:

1) $M_0(0;-3;-2)$; $2x^1+10x^2+10x^3-1=0$;

2) $M_0(1;0;-1)$; $2x^2+4x^3-1=0$.

9. В пространстве R^3 найти расстояние от точки M_0 до плоскости, проходящей через точки M_1, M_2 и M_3:

1) $M_1(0;7;-4)$, $M_2(4;8;-1)$, $M_3(-2;1;3)$, $M_0(-10;11;13)$;

2) $M_1(5;8;3)$, $M_2(10;5;6)$, $M_3(8;7;4)$, $M_0(7;17;14)$;

3) $M_1(1;3;5)$, $M_2(-5;5;2)$, $M_3(7;-1;8)$, $M_0(0;0;0)$.

Абстрактные векторные пространства

1. Пусть $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \ldots, \vec{e}_n\right\} \subset X^n$ – некоторый базис в векторном пространстве X^n, и $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m\right\}$ – некоторая система векторов в этом пространстве. Используя метод Гаусса, найти базу и размерность этой системы векторов.

1) $\dim X^n = 4$:

$\vec{a}_1 = 3\vec{e}_1 + 11\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4$,

$$\vec{a}_2 = 4\vec{e}_1 + 12\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 10\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 13\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_4 = 3\vec{e}_1 + 11\vec{e}_2 + 9\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4.$$

2) $\dim X^n = 5$:

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 + 3\vec{e}_4 + 2\vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_2 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = 4\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4 + \vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_4 = 6\vec{e}_1 - 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 - \vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_5 = -5\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 - \vec{e}_5.$$

2. Пусть $L\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$ и $L\left\{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3\right\}$ – некоторые подпространства векторного пространства X^4, и пусть $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\} \subset X^4$ – некоторый его базис. Найти базис суммы и пересечения этих подпространств.

1) $$\begin{cases} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \end{cases} \quad \begin{cases} \vec{b}_1 = 3\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \\ \vec{b}_2 = 5\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \\ \vec{b}_3 = 3\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4; \end{cases}$$

2) $$\begin{cases} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \end{cases} \quad \begin{cases} \vec{b}_1 = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 8\vec{e}_4, \\ \vec{b}_3 = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4. \end{cases}$$

3. Пусть $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\} \subset E^4$ – некоторый базис в евклидовом пространстве E^4, и $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ – некоторая система векторов в этом пространстве. Показать, что эта система ортогональна и представить пространство в виде ортогональной суммы

$$E^4 = L_1^2 \oplus L_2^2,$$

где $L_1^2 = L\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$, а $L_2^2 = L_1^{2\perp}$.

1) $\begin{cases} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4; \end{cases}$ 2) $\begin{cases} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 3\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 - \vec{e}_4; \end{cases}$

3) $\begin{cases} \vec{a}_1 = 4\vec{e}_1 + 10\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + \vec{e}_3; \end{cases}$ 4) $\begin{cases} \vec{a}_1 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = 9\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6_3 - 4\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + = -6\vec{e}_3. \end{cases}$

Операторы, матрицы

1. Пусть $\vec{a} \neq \vec{0}$ – некоторый фиксированный вектор из R^3, а операторы $\hat{A}: R^3 \to R^3$ и $\hat{B}: R^3 \to R^3$, действуют по правилам $\left(\forall \vec{x} \in R^3\right)$

1) $\hat{A}\vec{x} = \left(\vec{a}, \vec{x}\right)\vec{a}$, 2) $\hat{A}\vec{x} = \left[\vec{a}, \vec{x}\right]$.

Показать, что эти операторы линейные и найти их матрицы.

2. Показать, что операторы

$$\hat{A}: R^3 \to R^3, \hat{B}: R^3 \to R^3, \hat{C}: R^3 \to R^3,$$

действие которых задано координатными соотношениями

1) $\hat{A}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 3x_3 \\ 2x_2 - 3x_3 \end{pmatrix},$

2) $\hat{B}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 \\ 2x_2 - 3 \end{pmatrix},$

3) $\hat{C}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 - 2x_2 - x_3 \\ 3x_1 - 2x_2 \\ 3x_2 + x_3 \end{pmatrix},$

являются линейными и записать их матрицы.

3. В каноническом базисе трёхмерного пространства R^3 действия операторов $\hat{A}: R^3 \to R^3$ и $\hat{B}: R^3 \to R^3$ на произвольный вектор $\vec{x} \in R^3$ заданы соотношениями:

$$\hat{A}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 3x_3 \\ 2x_2 - 3x_3 \end{pmatrix}; \quad \hat{B}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3x_1 - x_2 - x_3 \\ 2x_1 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Найти координаты вектора:

1) $\left(\hat{A}^2 + 2\hat{B}\right)\vec{x}$; 2) $\left(2\hat{A}^2 + 3\hat{B}^2\right)\vec{x}$; 3) $\left(\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}\right)\vec{x}$.

4. Найти матрицы, обратные данным матрицам:

а) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$; б) $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$; в) $\begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

5. Решить СЛАУ матричным методом и по формулам Крамера:

1) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 = 2, \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 0, \\ 3x_1 - 2x_2 - x_3 = 4; \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 = -5, \\ 3x_1 - 4x_2 + 3x_3 = 11, \\ 2x_1 + 4x_2 - x_3 = -9. \end{cases}$

6. Найти решение СЛАУ по формулам Крамера:

1) $\begin{cases} x_1+2x_2+x_3=8, \\ -2x_1+3x_2-3x_3=-5, \\ 3x_1-4x_2+5x_3=10; \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x_1+2x_2+x_3=5, \\ 2x_1+3x_2+x_3=1, \\ 2x_1+x_2+3x_3=11; \end{cases}$

3) $\begin{cases} x_1+2x_2+3x_3-2x_4=6, \\ 2x_1-x_2-2x_3-3x_4=8, \\ 3x_1+2x_2-x_3+2x_4=4, \\ 2x_1-3x_2+2x_3+x_4=-8. \end{cases}$

7. Разложить вектор $\vec{x}$ по системе векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$:

1) $\vec{a}_1=-\vec{e}_2+2\vec{e}_3,\ \vec{a}_2=\vec{e}_1+\vec{e}_3,\ \vec{a}_3=-\vec{e}_1+2\vec{e}_2+4\vec{e}_3,$

$\vec{x}=-2\vec{e}_1+9\vec{e}_3.$

2) $\vec{a}_1=\vec{e}_1-3\vec{e}_2,\ \vec{a}_2=\vec{e}_1-\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{a}_3=-\vec{e}_2+2\vec{e}_3,$

$\vec{x}=5\vec{e}_1-12\vec{e}_2-\vec{e}_3.$

3) $\vec{a}_1=3\vec{e}_1+\vec{e}_2-\vec{e}_3,\ \vec{a}_2=-3\vec{e}_2+\vec{e}_3,\ \vec{a}_3=\vec{e}_1+\vec{e}_2+\vec{e}_3,$

$\vec{x}=2\vec{e}_2+4\vec{e}_3.$

8. В каноническом базисе пространства R^3 дана линейно независимая система векторов

$\vec{x}_1=2\vec{e}_1+2\vec{e}_2,$

$\vec{x}_2=2\vec{e}_2+2\vec{e}_3,$

$\vec{x}_3=2\vec{e}_1+2\vec{e}_3$

и матрица

$$A=\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

Будет ли линейно независимой система векторов $\hat{A}\vec{x}_1,\ 2\hat{A}\vec{x}_2,\ 3\hat{A}\vec{x}_3$?

9. Проверить, что $(AB)C = A(BC)$, если

$$A=\begin{pmatrix}5 & 8 & -4\\ 6 & 9 & -5\\ 4 & 7 & -3\end{pmatrix},\ B=\begin{pmatrix}3 & 2 & 5\\ 4 & -1 & 3\\ 9 & 6 & 5\end{pmatrix},\ C=\begin{pmatrix}1 & -1 & 0\\ 0 & 1 & -1\\ 1 & -1 & -1\end{pmatrix}.$$

10. Вычислить многочлен

$$P(X)=X^3-3X+2$$

от матрицы

$$X=\begin{pmatrix}2 & 1 & 1\\ 1 & 2 & 1\\ 1 & 1 & 2\end{pmatrix}.$$

11. Найти матрицу X, удовлетворяющую условию:

а) $5A+2X=0$, если $A=\begin{pmatrix}4 & -2 & 6\\ 8 & 0 & 0\\ 0 & -4 & -2\end{pmatrix}$;

и) $(-1)A+3X=2B$, если $A=\begin{pmatrix}4 & 5\\ 1 & 3\end{pmatrix},\ B=\begin{pmatrix}1 & 5\\ 7 & 9\end{pmatrix}$.

12. Вычислить определители:

ф) $\begin{vmatrix}a & -a & a\\ a & a & -a\\ a & -a & -a\end{vmatrix}$;

б) $\begin{vmatrix}x^2 & x & 1\\ y^2 & y & 1\\ z^2 & z & 1\end{vmatrix}$.

13. Решить уравнения:

а) $\begin{vmatrix} 1 & 3 & x \\ 4 & 5 & -1 \\ 2 & -1 & 5 \end{vmatrix} = 0;$

б) $\begin{vmatrix} 3 & x & -4 \\ 2 & -1 & 3 \\ x+10 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0.$

14. Решить неравенства:

а) $\begin{vmatrix} 3 & -2 & 1 \\ 1 & x & -2 \\ -1 & 2 & -1 \end{vmatrix} < 1;$

б) $\begin{vmatrix} 2 & x+2 & -1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 5 & -3 & x \end{vmatrix} > 0.$

15. Вычислить определитель:

$$\begin{vmatrix} 246 & 427 & 327 \\ 1014 & 543 & 443 \\ -342 & 721 & 621 \end{vmatrix}.$$

16. Решить матричные уравнения:

а) $X\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 4 & 3 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix};$

б) $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} X \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 5 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}.$

17. Решить методом Гаусса СЛАУ:

а) $\begin{cases} 2x^1 - x^2 - x^3 = 4, \\ 3x^1 + 4x^2 - 2x^3 = 11, \\ 3x^1 - 2x^2 + 4x^3 = 11; \end{cases}$

б) $\begin{cases} 2x^1 + x^2 - 4x^3 = 0, \\ 3x^1 + 5x^2 - 7x^3 = 0, \\ 4x^1 - 5x^2 - 6x^3 = 0; \end{cases}$

в) $\begin{cases} x^1 + 2x^2 + 3x^3 - 2x^4 = 6, \\ 2x^1 - x^2 - 2x^3 - 3x^4 = 8, \\ 3x^1 + 2x^2 - x^3 + 2x^4 = 4, \\ 2x^1 - 3x^2 + 2x^3 + x^4 = -8. \end{cases}$

18. Пространство R^3 подвергается деформации под действием линейного оператора $\hat{A}$, заданного в каноническом базисе матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Найти объём треугольной пирамиды с вершинами

$$A(0;\,0;\,0);\ B(3;\,3;\,0);\ C(0;\,3;\,3);\ D(3;\,0;\,3)$$

до и после деформации пространства.

19. Пусть $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\} \subset X^4$ – некоторый базис, а

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

– матрица линейного оператора $\hat{T} : X^4 \to X^4$. Найти матрицу оператора в базисе $\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3, \vec{g}_4 \right\} \subset X^4$, если:

а) $\vec{g}_1 = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4,\ \vec{g}_2 = 3\vec{a}_1 + 2\vec{a}_2 + 3\vec{a}_3 + \vec{a}_4,$

$\vec{g}_3 = 4\vec{a}_1 + 3\vec{a}_2 + 2\vec{a}_3 + \vec{a}_4,\ \vec{g}_4 = 5\vec{a}_1 + 4\vec{a}_2 + 3\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4;$

б) $\vec{g}_1 = 2\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - 2\vec{a}_3 + 3\vec{a}_4$, $\vec{g}_2 = 3\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - 2\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4$,

$\vec{g}_3 = 2\vec{a}_1 - 2\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4$, $\vec{g}_4 = 2\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - \vec{a}_3 + 2\vec{a}_4$.

20. Используя понятие ранга матрицы и теоремы о совместности, выяснить вопрос о совместности следующих СЛАУ:

а) $\begin{cases} 2x^1 + x^2 - 4x^3 = 0, \\ 3x^1 + 5x^2 - 7x^3 = 0, \\ 4x^1 - 5x^2 - 6x^3 = 0; \end{cases}$

б) $\begin{cases} x^1 + x^2 + x^3 + x^4 = 0, \\ x^1 + 2x^2 + 3x^3 - x^4 = 0, \\ x^1 + 4x^2 + 5x^3 + 2x^4 = 0, \\ x^1 - x^3 + 3x^4 = 0. \end{cases}$

21. При каких значениях параметра a СЛАУ является совместной:

а) $\begin{cases} x^1 - 2x^2 + x^3 + x^4 = a, \\ x^1 - 2x^2 + x^3 - x^4 = -1, \\ x^1 - 2x^2 + x^3 + 5x^4 = 5; \end{cases}$

б) $\begin{cases} 3x^1 - 5x^2 + 2x^3 + 4x^4 = 2, \\ 7x^1 - 4x^2 + x^3 + 3x^4 = a, \\ 5x^1 + ax^2 - 4x^3 - 6x^4 = 3. \end{cases}$

22. Найти ядро оператора, заданного в пространстве R^3 своей матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Дать геометрическую интерпретацию и получить параметрические уравнения ядра.

23. Найти ядро, дефект, ранг и множество значений линейного оператора $\hat{A}: R^m \to R^n$, заданного в некоторых базисах

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \ldots, \vec{e}_m, \right\} \subset R^m, \left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_n, \right\} \subset R^n$$

своей матрицей:

а) $\begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \end{pmatrix}$; б) $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$; в) $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & -1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$;

г) $\begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$; д) $\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & 1 & -5 & 11 \end{pmatrix}$; е) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & -1 & 0 \end{pmatrix}$.

Часть 2. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

ОПЕРАТОРЫ В ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА E^n

Практическое занятие 1. Подпространства и специальные типы линейных операторов в евклидовом пространстве

Собственные подпространства линейного оператора

Пример 2.1.1. В каноническом базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\} \subset R^2$ оператор $\hat{T}$ задан матрицей

$$T = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Найти собственные значения и собственные подпространства оператора $\hat{T}$.

Р е ш е н и е. 1. Составляем характеристическое уравнение:

$$\det\left(T - \mu \cdot I\right) = 0;\ \mu^2 - 7 \cdot \mu + 10 = 0.$$

Откуда получаем собственные значения оператора $\mu_1 = 2,\ \mu_2 = 5.$

2. Находим собственный вектор, соответствующий собственному значению $\mu_1 = 2,$ для чего решаем СЛАУ

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Получаем решение в виде

$$x_1^1 = -1,\ x_1^2 = 1 \Rightarrow \left|x_1\right\rangle = c\left|a_1\right\rangle,\ c \in R^1 \Rightarrow \left|a_1\right\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Решением является бесконечное множество векторов

$$\vec{x} = c\,\vec{a}_1$$

– одномерное линейное многообразие с базисным вектором

$$\vec{a}_1 = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

3. Аналогично находим собственный вектор, соответствующий собственному значению $\mu_2 = 5$, решая СЛАУ

$$\begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Получаем решение в виде

$$x_2^1 = c/2,\ x_2^2 = c,\ c \in R^1 \Rightarrow |x_2\rangle = c|a_2\rangle \Rightarrow |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Решением является бесконечное множество векторов

$$\vec{x} = c\,\vec{a}_2$$

– одномерное линейное многообразие с базисным вектором

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Оператор имеет два одномерных собственных подпространства

$$L\{\vec{a}_1\} = \{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_1;\ t \in R^1\}$$

и

$$L\{\vec{a}_2\} = \{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_2;\ t \in R^1\},$$

с образующими векторами

$$\vec{a}_1 = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2,\ \vec{a}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2.\ \otimes$$

Пример 2.1.2. Найти матрицу, собственные значения и собственные подпространства оператора (аффинора) зеркального отражения относительно координатной плоскости X^1OX^2 в пространства R^3.

Р е ш е н и е. Оператор зеркального отражения в пространстве R^3 относительно координатной плоскости X^1OX^2, очевидно, действует по правилу (рисунок 7.2.1)

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3\right) \vec{y} = \hat{R}\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 - x^3 \vec{e}_3.$$

Подействуем на базисные векторы оператором отражения:

$$\hat{R}\vec{e}_1 = \vec{e}_1;\ \hat{R}\vec{e}_2 = \vec{e}_2;\ \hat{R}\vec{e}_3 = -\vec{e}_3.$$

Следовательно, для матрицы оператора отражения относительно координатной плоскости X^1OX^2 получаем:

$$R = \begin{pmatrix} r_1^1 & r_2^1 & r_3^1 \\ r_1^2 & r_2^2 & r_3^2 \\ r_1^3 & r_2^3 & r_3^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Характеристический многочлен оператора $\hat{R}$ имеет вид:

$$R(\mu) = \det\begin{pmatrix} 1-\mu & 0 & 0 \\ 0 & 1-\mu & 0 \\ 0 & 0 & -1-\mu \end{pmatrix} = (1-\mu)\cdot(1-\mu)\cdot(-1-\mu).$$

Откуда видно, что многочлен имеет простой корень $\mu_1 = -1$ и двукратный корень $\mu_2 = 1$.

1) Для собственного значения $\mu_2 = -1$ имеем

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ c \end{pmatrix},\ c \in R^1$$

– любое действительное число. Собственное подпространство, соответствующее собственному значению $\mu_1 = -1$, есть линейная оболочка вида

$$c \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow L\left\{\vec{e}_3\right\} = \left\{\vec{x} \in R^3 : \vec{x} = c \cdot \vec{e}_3; c \in R^1\right\},$$

то есть ось OX^3.

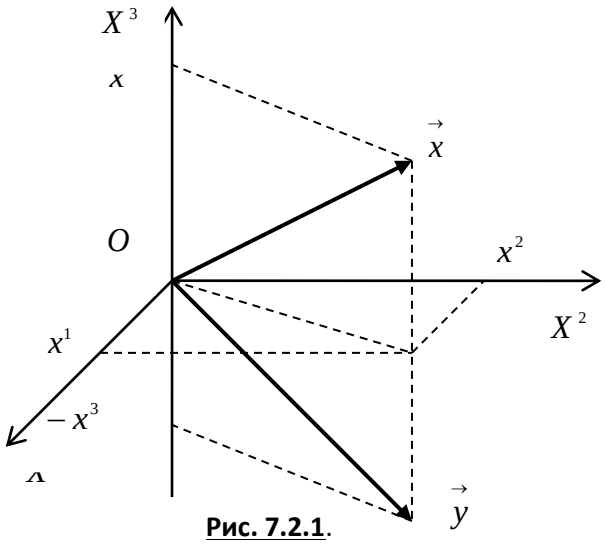


Рис. 7.2.1.

2) Для собственного значения $\mu_2 = 1$ имеем

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда

$$\left|x\right\rangle \equiv \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ 0 \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix},$$

где $a, b \in R^1$ – любые действительные числа. Получаем собственное подпространство, соответствующее собственному значению $\mu_1 = 1$, являющееся линейной оболочкой вида

$$L\left\{\vec{e}_1,\ \vec{e}_2\right\}=\left\{\vec{x}\in R^3:\vec{x}=a\cdot\vec{e}_1+b\cdot\vec{e}_2;\ a,b\in R^1\right\},$$

то есть координатной плоскостью X^1OX^2. Это подпространство является прямой суммой двух собственных подпространств $OX^1\oplus OX^2$. $\otimes$

Пример 2.1.3. В евклидовом пространстве E^3 в ортонормированном (каноническом) базисе $\left\{\vec{e}_1,\ \vec{e}_2,\ \vec{e}_3\right\}$ оператор $\hat{T}:E^3\to E^3$ задан матрицей

$$T=\begin{pmatrix}3 & 0 & 0\\ 1 & 2 & -1\\ 1 & -1 & 2\end{pmatrix}.$$

Найти собственные значения и собственные подпространства оператора.

Р е ш е н и е. Составим характеристическое уравнение:

$$T=\begin{pmatrix}3-\mu & 0 & 0\\ 1 & 2-\mu & -1\\ 1 & -1 & 2-\mu\end{pmatrix}\Rightarrow\left(3-\mu\right)\left(\mu^2-4\mu+3\right)=0.$$

Собственные значения $\mu_1=1,\ \mu_{2,3}=3.$

Собственный вектор, соответствующий $\mu_1=1$ находится как решение системы уравнений

$$\begin{cases}2x^1+0x^2+0x^3=0,\\ x^1+x^2-x^3=0,\\ x^1-x^2+x^3=0.\end{cases}$$

Решение имеет вид:

$$\left|a_1\right\rangle=\begin{pmatrix}a_1^1\\ a_1^2\\ a_1^3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}0\\ 1\\ 1\end{pmatrix}.$$

Собственный вектор, соответствующий $\mu_{2,3}=3$ находится как решение системы уравнений

$$\begin{cases} 0x^1 + 0^2 + 0x^3 = 0, \\ x^1 - x^2 - x^3 = 0, \\ x^1 - x^2 - x^3 = 0. \end{cases}$$

Решение имеет вид:

$$|a_2\rangle = \begin{pmatrix} a_2^1 \\ a_2^2 \\ a_2^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; \; |x_3\rangle = \begin{pmatrix} a_3^1 \\ a_3^2 \\ a_3^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Получаем два собственных подпространства:

$$X_1 = \left\{ \vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_1; t \in R^1 \right\}; \; X_2 = \left\{ \vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_2 + \tau\vec{a}_3; t, \tau \in R^1 \right\}. \otimes$$

Пример 2.1.4. Линейный оператор $\hat{T} : E^3 \to E^3$ в некотором ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ задан матрицей

$$T_e = \begin{pmatrix} 11 & 2 & -8 \\ 2 & 2 & 10 \\ -8 & 10 & 5 \end{pmatrix}.$$

Построить в пространстве E^3 ортонормированный базис собственных векторов оператора $\hat{T}$ и записать матрицу оператора $\hat{T}$ в этом базисе.

Р е ш е н и е. Составим характеристический многочлен оператора $\hat{T}$:

$$T(\mu) = \begin{vmatrix} 11-\mu & 2 & -8 \\ 2 & 2-\mu & 10 \\ -8 & 10 & 5-\mu \end{vmatrix} = -\mu^3 + 18\mu^2 + 81\mu - 1458.$$

Откуда характеристическое уравнение

$$\mu^3 - 18\mu^2 - 81\mu + 1458 = 0 \Rightarrow (\mu - 18)(\mu^2 - 81) = 0,$$

или

$$(\mu - 18)(\mu - 9)(\mu + 9) = 0.$$

Откуда собственные значения оператора

$$\mu_1 = -9,\ \mu_2 = 9,\ \mu_3 = 18.$$

Оператор является симметрическим, то есть самосопряжённым. Поэтому все собственные значения оператора различны, а собственные векторы ортогональны. Найдём собственные векторы оператора $\hat{T}$ в базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\right\}$.

1) Для собственного значения $\mu_1 = -9$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 20 & 2 & -8 \\ 2 & 11 & 10 \\ -8 & 10 & 14 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Определитель

$$\begin{vmatrix} 20 & 2 & -8 \\ 2 & 11 & 10 \\ -8 & 10 & 14 \end{vmatrix} = 0$$

– СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор – угловой. Принимая третью координату за свободное неизвестное, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} 10x^1 + x^2 = 4a, \\ 2x^1 + 11x^2 = -10a; \end{cases} \det A = 108 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}a \\ -a \\ a \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} 1/2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, первое собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^1 = L\left\{\vec{a}_1\right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

2) Для собственного значения $\mu_2 = 9$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & -8 \\ 2 & -7 & 10 \\ -8 & 10 & -4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Определитель

$$\begin{vmatrix} 2 & 2 & -8 \\ 2 & -7 & 10 \\ -8 & 10 & -4 \end{vmatrix} = 0$$

– СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор матрицы СЛАУ – угловой минор. Принимая третью координату за свободное неизвестное, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} 2x^1 + 2x^2 = 8a, \\ 2x^1 - 7x^2 = -10a; \end{cases} \det A = -18 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2a \\ 2a \\ a \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, второе собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^2 = L\left\{\vec{a}_2\right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_2 = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

3) Для собственного значения $\mu_3 = 18$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} -7 & 2 & -8 \\ 2 & -16 & 10 \\ -8 & 10 & -13 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Для решения этой СЛАУ применим критерий нетривиальной совместности однородной СЛАУ.

Определитель СЛАУ

$$\begin{vmatrix} -7 & 2 & -8 \\ 2 & -16 & 10 \\ -8 & 10 & -13 \end{vmatrix} = 0,$$

следовательно, СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор матрицы СЛАУ – угловой минор

$$\begin{vmatrix} -7 & 2 \\ 2 & -16 \end{vmatrix} = 108.$$

Поэтому первые два уравнения СЛАУ линейно независимы. Принимая третью координату вектора за свободное неизвестное, то есть, полагая $x^3 = a$, где a – произвольное действительное число, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} -7x^1 + 1x^2 = -5a, \\ 2x^1 - 16x^2 = -10a; \end{cases} \det A = -54 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a \\ \frac{1}{2}a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} -1 \\ 1/2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, третье собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^3 = L\left\{\vec{a}_3\right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_3 = -\vec{e}_1 + \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

4) Найденные собственные векторы ортогональны. Нормируем их:

$$\vec{h}_1 = \frac{\vec{a}_1}{\left\|\vec{x}_1\right\|} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{4} + 1}}\vec{a}_1 = -\frac{2}{3}\vec{e}_1 + \frac{1}{3}\vec{e}_2 + \frac{2}{3}\vec{e}_3;$$

$$\vec{h}_2 = \frac{\vec{a}_2}{\left\|\vec{x}_2\right\|} = \frac{1}{\sqrt{4+4+1}}\vec{a}_2 = \frac{2}{3}\vec{e}_1 + \frac{2}{3}\vec{e}_2 + \frac{1}{3}\vec{e}_3;$$

$$\vec{h}_3 = \frac{\vec{a}_3}{\left\|\vec{x}_3\right\|} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} + 1 + 1}}\vec{a}_3 = \frac{1}{3}\vec{e}_1 - \frac{2}{3}\vec{e}_2 + \frac{2}{3}\vec{e}_3.$$

5) Матрица перехода от старого базиса к новому базису

$$A:\left\{\vec{e}_1,\ \vec{e}_2,\ \vec{e}_3\right\}\to\left\{\vec{h}_1,\ \vec{h}_2,\ \vec{h}_3\right\}$$

имеет вид:

$$A=\frac{1}{3}\begin{pmatrix}-2 & 1 & 2\\ 2 & 2 & 1\\ 1 & -2 & 2\end{pmatrix};\ \det A=-1\neq 0;\ A^T=\frac{1}{3}\begin{pmatrix}-2 & 2 & 1\\ 1 & 2 & -2\\ 2 & 1 & 2\end{pmatrix}.$$

Обратная матрица к матрице перехода от старого базиса к новому базису и транспонированная к ней имеют вид:

$$A^{-1}=-\frac{1}{2}adgA=\frac{1}{3}\begin{pmatrix}-2 & 2 & 1\\ 1 & 2 & -2\\ 2 & 1 & 2\end{pmatrix};\left(A^{-1}\right)^T=\frac{1}{3}\begin{pmatrix}-2 & 1 & 2\\ 2 & 2 & 1\\ 1 & -2 & 2\end{pmatrix}.$$

Находим матрицу оператора в новом базисе $\left\{\vec{h}_1,\ \vec{h}_2,\ \vec{h}_3\right\}$:

$$T_a=\left(A^{-1}\right)^T T_e A^T=\frac{1}{9}\begin{pmatrix}-2 & 1 & 2\\ 2 & 2 & 1\\ 1 & -2 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}11 & 2 & -8\\ 2 & 2 & 10\\ -8 & 10 & 5\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-2 & 2 & 1\\ 1 & 2 & -2\\ 2 & 1 & 2\end{pmatrix}=$$

$$=\begin{pmatrix}18 & 0 & 0\\ 0 & 9 & 0\\ 0 & 0 & -9\end{pmatrix}.\otimes$$

Самосопряжённые и ортогональные операторы. Инвариантные подпространства

Пример 2.1.5. В евклидовом пространстве E^3 в ортонормированном (каноническом) базисе $\left\{\vec{e}_1,\ \vec{e}_2,\ \vec{e}_3\right\}$ оператор $\hat{T}:E^3\to E^3$ задан матрицей

$$\begin{pmatrix}t_1^1 & t_2^1 & t_3^1\\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2\\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}0 & 0 & 2\\ 1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\end{pmatrix}.$$

Найти матрицу оператора $\hat{T}^*$ в базисе

$$\vec{g}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{g}_2 = \vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{g}_3 = \vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Находим матрицу сопряжённого оператора в старом (ортонормированном) базисе:

$$T_e^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Записываем матрицу перехода от старого базиса к новому базису и транспонируем её:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix};\ A^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу, обратную к матрице перехода от старого базиса к новому базису. Определитель матрицы

$$\det A = -2.$$

Алгебраические дополнения

$$A_1^1 = -2,\ A_2^1 = 0,\ A_3^1 = 0,$$

$$A_1^2 = 2,\ A_2^2 = -1,\ A_3^2 = -1,$$

$$A_1^3 = 0,\ A_2^3 = -1,\ A_3^3 = 1;$$

$$adgA = \begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix};\ A^{-1} = -\frac{1}{2}\begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу оператора $\hat{T}^*$ в новом базисе:

$$T_g^* = \left(A^{-1}\right)^T T_e^* A^T = -\frac{1}{2}\cdot\begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} =$$

$$= -\frac{1}{2}\begin{pmatrix} -2 & -2 & -2 \\ -1 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 2.1.6. Ранее показано, что линейная оболочка $L\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2\right\}$, где элементы L вычисляются по формулам

$$\vec{g}_1 = \alpha_1 \cdot \sin x + \beta_1 \cdot \cos x,\ \vec{g}_2 = \alpha_2 \cdot \sin x + \beta_2 \cdot \cos x,$$

а скалярное произведение определено формулой

$$\left(\vec{g}_1, \vec{g}_2\right) = \alpha_1 \cdot \alpha_2 + \beta_1 \cdot \beta_2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\alpha_1 \cdot \beta_2 + \alpha_2 \cdot \beta_1\right),$$

является двумерным линейным многообразием с ортонормированным базисом

$$\vec{e}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x,\ \vec{e}_2 = \sin x - \cos x.$$

1) Найти матрицу оператора дифференцирования $\hat{D}$ в базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$ и матрицу сопряжённого оператора $\hat{D}^*$.

2) Выяснить, является ли оператор $\hat{D}$ симметрическим.

Р е ш е н и е. Находим матрицу оператора дифференцирования в базисе

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\} \subset R^2.$$

Для чего находим образы базисных векторов $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$:

$$\hat{D}\vec{e}_1 = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{3} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x\right) = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\cos x - \sin x\right) =$$

$$= 0 \cdot \vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \vec{e}_2;$$

$$\hat{D}\vec{e}_2 = \frac{d}{dx}(\sin x - \cos x) = \cos x + \sin x = \sqrt{3}\cdot\vec{e}_1 + 0\cdot\vec{e}_2 .$$

Следовательно, матрица оператора $\hat{D}$ в базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$ имеет вид:

$$D = \begin{pmatrix} d_1^1 & d_2^1 \\ d_1^2 & d_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \sqrt{3} \\ -\dfrac{1}{\sqrt{3}} & 0 \end{pmatrix}.$$

Данное многообразие является вещественным пространством, поэтому матрица сопряжённого оператора $\hat{D}^*$ равна транспонированной матрице оператора $\hat{D}$, то есть

$$D^* = \begin{pmatrix} d_1^1 & d_1^2 \\ d_2^1 & d_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -\dfrac{1}{\sqrt{3}} \\ \sqrt{3} & 0 \end{pmatrix}.$$

Так как в базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$ для матрицы оператора $\hat{D}$ имеем $d_2^1 \neq d_1^2$, оператор не является симметрическим. $\otimes$

Пример 2.1.7. В евклидовом пространстве E^3 линейный оператор $\hat{T}$ переводит систему векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$ в систему векторов $\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3\right\}$. Является ли этот оператор самосопряжённым, если:

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}; |a_3\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$|g_1\rangle = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}; |g_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}; |g_3\rangle = \begin{pmatrix} -5 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. По условию задачи имеем

$$\hat{T}\vec{a}_1 = \vec{g}_1, \hat{T}\vec{a}_2 = \vec{g}_2, \hat{T}\vec{a}_3 = \vec{g}_3,$$

откуда для векторов-столбцов из координат получаем:

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} t_2^1 + t_3^1 = 2, \\ t_2^2 + t_3^2 = 3, \\ t_2^3 + t_3^3 = 1; \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} t_1^1 + t_3^1 = -1, \\ t_1^2 + t_3^2 = 0, \\ t_1^3 + t_3^3 = 3; \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} t_1^1 + t_2^1 = -5, \\ t_1^2 + t_2^2 = 1, \\ t_1^3 + t_2^3 = 4. \end{matrix}$$

Из последних равенств получаем три СЛАУ для элементов матрицы оператора:

для элементов первой строки

$$\begin{cases} t_2^1 + t_3^1 = 2, \\ t_1^1 + t_3^1 = -1, \\ t_1^1 + t_2^1 = -5; \end{cases}$$

для элементов второй строки

$$\begin{cases} t_2^2 + t_3^2 = 3, \\ t_1^2 + t_3^2 = 0, \\ t_1^2 + t_2^2 = 1; \end{cases}$$

для элементов третьей строки

$$\begin{cases} t_2^3 + t_3^3 = 1, \\ t_1^3 + t_3^3 = 3, \\ t_1^3 + t_2^3 = 4. \end{cases}$$

Решая эти СЛАУ по формулам Крамера, получаем матрицу оператора:

$$T=\begin{pmatrix} -4 & -1 & 3 \\ -1 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Видим, что $(\forall i \neq j = 1, 2, 3)\ t_i^j = t_j^i$. Следовательно, оператор $\hat{T}$ является самосопряжённым. $\otimes$

Пример 2.1.8. Матрица линейного оператора $\hat{T} : E^3 \to E^3$ в базисе векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} \subset E^3$ имеет вид:

$$T'=\begin{pmatrix} 2/3 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 2/3 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Выяснить, является ли оператор $\hat{T}$ ортогональным, если в ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ имеют место разложения

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_3,\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Р е ш е н и е. 1) *Первый способ.* Проверим выполнение определения ортогональности, то есть выполнение условия

$$\left(\forall \vec{x}, \vec{y} \in E^n \right) \left(\hat{T}\vec{x}, \hat{T}\vec{y} \right) = \left(\vec{x}, \vec{y} \right).$$

Найдём скалярное произведение векторов $\vec{x}, \vec{y} \in E^3$ в произвольном базисе $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} \subset E^3$ по формуле

$$\left(\vec{x}, \vec{y} \right) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{3} g_{ij} x^i y^j ,$$

где

$$\vec{x} = x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + x^3 \vec{a}_3, \; \vec{y} = y^1 \vec{a}_1 + y^2 \vec{a}_2 + y^3 \vec{a}_3,$$

а матрица метрических коэффициентов имеет вид

$$G = \left(g_{ij}\right) = \begin{pmatrix} \left(\vec{a}_1, \vec{a}_1\right) & \left(\vec{a}_1, \vec{a}_2\right) & \left(\vec{a}_1, \vec{a}_3\right) \\ \left(\vec{a}_2, \vec{a}_1\right) & \left(\vec{a}_2, \vec{a}_2\right) & \left(\vec{a}_2, \vec{a}_3\right) \\ \left(\vec{a}_3, \vec{a}_1\right) & \left(\vec{a}_3, \vec{a}_2\right) & \left(\vec{a}_3, \vec{a}_3\right) \end{pmatrix}.$$

Несложные вычисления показывают, что

$$G = \left(g_{ij}\right) = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Теперь получаем для скалярного произведения произвольных векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$ следующий результат:

$$\left(\vec{x}, \vec{y}\right) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{3} g_{ij} x^i y^j = 2x^1 y^1 + x^1 y^2 + x^1 y^3 +$$

$$+ x^2 y^1 + 2x^2 y^2 + x^2 y^3 + x^3 y^1 + x^3 y^2 + 2x^3 y^3.$$

Находим координаты образов векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$ при действии оператора $\hat{T}$:

$$\hat{T}\vec{x} = \vec{u} \Rightarrow T\left|x\right\rangle = \begin{pmatrix} u^1 \\ u^2 \\ u^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3} & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ \frac{2}{3} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3}x^1 + x^2 \\ -x^1 \\ \frac{2}{3}x^1 + x^3 \end{pmatrix};$$

$$\hat{T}\vec{y}=\vec{v}\Rightarrow T|y\rangle=\begin{pmatrix}v^1\\v^2\\v^3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\frac{2}{3}&1&0\\-1&0&0\\\frac{2}{3}&0&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}y^1\\y^2\\y^3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\frac{2}{3}y^1+y^2\\-y^1\\\frac{2}{3}y^1+y^3\end{pmatrix}.$$

После подстановки найденных координат образов векторов $\vec{x}$, $\vec{y}$ и метрических коэффициентов g_{ij} в формулу для скалярного произведения

$$\left(\hat{T}\vec{x},\hat{T}\vec{y}\right)=\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}g_{ij}u^iv^j$$

и сравнения с формулой для скалярного произведения прообразов, убеждаемся в справедливости равенства

$$\left(\hat{T}\vec{x},\hat{T}\vec{y}\right)=\left(\vec{x},\vec{y}\right).$$

2) *Второй способ.* Матрица перехода от старого (ортонормированного) базиса $\left\{\vec{e}_1,\vec{e}_2,\vec{e}_3\right\}$ к новому базису $\left\{\vec{a}_1,\vec{a}_2,\vec{a}_3\right\}$ и обратная к ней матрица имеют, соответственно, вид:

$$A=\begin{pmatrix}0&1&1\\1&0&1\\1&1&0\end{pmatrix};\ A^{-1}=\begin{pmatrix}-1/2&1/2&1/2\\1/2&-1/2&1/2\\1/2&1/2&-1/2\end{pmatrix}.$$

Так как формула преобразования матрицы оператора при переходе от старого базиса к новому базису имеет вид

$$T'=\left(A^{-1}\right)^TTA^T,$$

то для матрицы оператора в старом базисе $\left\{\vec{e}_1,\vec{e}_2,\vec{e}_3\right\}$ получаем:

$$T = A^T T' \left(A^{-1}\right)^T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2/3 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 2/3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & -1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & -1/2 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 2/3 & 1/3 & -2/3 \\ 1/3 & 2/3 & 2/3 \\ 2/3 & -2/3 & 1/3 \end{pmatrix}.$$

Убедиться в том, что полученная матрица является ортогональной, можно с помощью свойств ортогональных матриц. Например, умножая матрицу T на транспонированную матрицу T^T, получим

$$TT^T = T^T T = I.$$

Таким образом, выполняется свойство $T^T = T^{-1}$. Следовательно, оператор $\hat{T}$ и, соответственно, его матрица являются ортогональными. $\otimes$

Пример 2.1.9. Пусть $\hat{T} : X \to X$. Показать, что если $X_{inv}^{(1)}$, $X_{inv}^{(2)}$ – инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, то $X_{inv}^{(1)} \bigcap X_{inv}^{(2)}$ и $X_{inv}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}$ также являются инвариантными подпространствами оператора $\hat{T}$.

Р е ш е н и е. Пусть $X_{inv}^{(1)}$, $X_{inv}^{(2)}$ – инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$. Предположим, что вектор $\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \bigcap X_{inv}^{(2)}$. Но тогда вектор $\vec{x} \in X_{inv}^{(1)}$ и $\vec{x} \in X_{inv}^{(2)}$, следовательно, и его образ

$$\hat{T}\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \wedge \hat{T}\vec{x} \in X_{inv}^{(2)}.$$

Теперь очевидно, что образ вектора $\vec{x}$ принадлежит пересечению этих подпространств, то есть

$$\hat{T}\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \bigcap X_{inv}^{(2)}.$$

Пусть теперь

$$\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}.$$

Тогда, по определению суммы подпространств $\vec{x} = \vec{x}_1 + \vec{x}_2$, где $\vec{x}_1 \in X_{inv}^{(1)}$, $\vec{x}_2 \in X_{inv}^{(2)}$, откуда в силу того, что снова $\hat{T}\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \wedge \hat{T}\vec{x} \in X_{inv}^{(2)}$, получаем

$$\hat{T}\vec{x} = \hat{T}\vec{x}_1 + \hat{T}\vec{x}_2 \in X_{ivn}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}. \otimes$$

Пример 2.1.10. Пусть $\hat{T}: X \to X$. Показать, что если оператор $\hat{T}$ биективный, то его инвариантное подпространство X_{inv} является инвариантным подпространством и для обратного оператора $\hat{T}^{-1}$.

Р е ш е н и е. Известно, что линейный оператор $\hat{T}: X \to X$ взаимно однозначен (биективен) в том и только в том случае, если он невырожденный.

Пусть

$$\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m\right\} \subset X_{inv}^m$$

– базис в X_{inv}^m, тогда система образов векторов исходной системы

$$\left\{\hat{T}\vec{a}_1, \hat{T}\vec{a}_2, \ldots, \hat{T}\vec{a}_m\right\}$$

принадлежат тому же инвариантному подпространству и образуют в нём другой базис.

Покажем сначала, что система образов линейно независима. Для этого составим линейную комбинацию образов векторов

$$\left\{\hat{T}\vec{a}_1, \hat{T}\vec{a}_2, \ldots, \hat{T}\vec{a}_m\right\}$$

и потребуем, чтобы

$$\alpha_1\hat{T}\vec{a}_1 + \alpha_2\hat{T}\vec{a}_2 + \ldots + \alpha_m\hat{T}\vec{a}_m = \vec{0}.$$

Далее получаем в силу линейности оператора $\hat{T}$

$$\hat{T}\left(\alpha_1 \vec{a}_1+\alpha_2 \vec{a}_2+\ldots+\alpha_m \vec{a}_m\right)=\vec{0}.$$

Так как оператор невырожденный, то

$$\alpha_1 \vec{a}_1+\alpha_2 \vec{a}_2+\ldots+\alpha_m \vec{a}_m=\vec{0}.$$

Последнее равенство, в силу линейной независимости системы

$$\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_m\right\},$$

возможно только в случае одновременного обращения в нуль всех коэффициентов линейной комбинации. Что и доказывает линейную независимость системы образов.

Пусть теперь $\left(\forall \vec{x} \in X_{inv}^m\right)$. Разложим вектор $\vec{x}$ по базису из образов векторов исходного базиса подпространства X_{inv}^m, то есть представим вектор $\vec{x}$ в виде

$$\vec{x}=x^1 \hat{T} \vec{a}_1+x^2 \hat{T} \vec{a}_2+\ldots+x^m \hat{T} \vec{a}_m.$$

Так как для невырожденного линейного оператора обратный оператор снова линейный, то, действуя на обе части оператором $\hat{T}^{-1}$, получаем

$$\hat{T}^{-1} \vec{x}=x^1 \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_1+x^2 \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_2+\ldots+x^m \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_m=$$

$$=x^1 \vec{a}_1+x^2 \vec{a}_2+\ldots+x^m \vec{a}_m,$$

причём

$$x^1 \vec{a}_1+x^2 \vec{a}_2+\ldots+x^m \vec{a}_m \in X_{inv}^m,$$

так как он разложен по базису X_{inv}.

Итак, получили, что если $\vec{x} \in X_{inv}^m$, то $\hat{T}^{-1} \vec{x} \in X_{inv}^m$. $\otimes$

Напомним определение операторного многочлена: пусть $\hat{T}: X^n \to \hat{T}\left(X^n\right)$ и

$$F_m(x)=a_0+a_1 x+a_2 x^2+\ldots+a_m x^m \in C[x]$$

– некоторый многочлен. Тогда оператор

$$F_m\left(\hat{T}\right) = a_0\hat{I} + a_1\hat{T} + a_2\hat{T}^2 + \ldots + a_m\hat{T}^m$$

называется многочленом от оператора $\hat{T}$ или ***операторным многочленом***.

Пример 2.1.11. Показать, что любое инвариантное подпространство оператора $\hat{T}: X^n \to X^n$ является инвариантным и для операторного многочлена

$$F_p\left(\hat{T}\right) = a_0\hat{I} + a_1\hat{T} + a_2\hat{T}^2 + \ldots + a_p\hat{T}^p.$$

Р е ш е н и е. Пусть операторы $\hat{A}: X^n \to X^n$ и $\hat{B}: X^n \to X^n$ имеют одно и тоже инвариантное подпространство $Y^m \subset X^n$. Тогда

$$\left(\forall \vec{x} \in Y^m\right) \vec{y}_1 = \hat{A}\vec{x} \in Y^m \wedge \vec{y}_2 = \hat{B}\vec{x} \in Y^m.$$

Так как любые линейные комбинации векторов подпространства Y^m снова являются векторами этого же подпространства, то имеем

$$\alpha \cdot \vec{y}_1 + \beta \cdot \vec{y}_2 = \alpha \cdot \hat{A}\vec{x} + \beta \cdot \hat{B}\vec{x} = \left(\alpha \cdot \hat{A} + \beta \cdot \hat{B}\right)\vec{x} \in Y^m.$$

То есть подпространство $Y^m \subset X^n$, инвариантное относительно операторов $\hat{A}: X^n \to X^n$ и $\hat{B}: X^n \to X^n$, инвариантно и относительно оператора $\alpha \cdot \hat{A} + \beta \cdot \hat{B}$. Далее, из того, что подпространство $Y^m \subset X^n$ является инвариантным относительно оператора $\hat{A}: X^n \to X^n$, следует, что оно инвариантно и относительно степеней этого оператора $\hat{A}^k \ (k = 0, 1, \ldots, p)$.

Теперь очевидно, что любое инвариантное подпространство оператора $\hat{T}$ является инвариантным и относительно операторного многочлена

$$F_p\left(\hat{T}\right) = a_0\hat{I} + a_1\hat{T} + a_2\hat{T}^2 + \ldots + a_p\hat{T}^p. \otimes$$

Практическое занятие 2. Некоторые задачи в геометрии евклидова пространства

Наклонная, перпендикуляр, проекция, оператор проектирования

Пример 2.2.1. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов $\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3\right\} \subset R^3$, если имеют место разложения

$$\vec{x}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3,\ \vec{x}_2 = 2\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 7\vec{e}_3,\ \vec{x}_3 = 3\vec{e}_1 + 7\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Находим попарные скалярные произведения векторов системы:

$$\left(\vec{x}_1, \vec{x}_1\right) = 14,\ \left(\vec{x}_1, \vec{x}_2\right) = 33,\ \left(\vec{x}_1, \vec{x}_3\right) = 47.$$

$$\left(\vec{x}_2, \vec{x}_1\right) = 33,\ \left(\vec{x}_2, \vec{x}_2\right) = 78,\ \left(\vec{x}_2, \vec{x}_3\right) = 111,$$

$$\left(\vec{x}_3, \vec{x}_1\right) = 47,\ \left(\vec{x}_3, \vec{x}_2\right) = 111,\ \left(\vec{x}_3, \vec{x}_3\right) = 158.$$

Составляем определитель Грама и вычисляем его значение:

$$\begin{vmatrix} 14 & 33 & 47 \\ 33 & 78 & 111 \\ 47 & 111 & 158 \end{vmatrix} = 14 \cdot \begin{vmatrix} 78 & 111 \\ 111 & 158 \end{vmatrix} - 33 \cdot \begin{vmatrix} 33 & 111 \\ 47 & 158 \end{vmatrix} + 47 \cdot \begin{vmatrix} 33 & 78 \\ 47 & 111 \end{vmatrix} = 0.$$

В соответствие с критерием Грама система векторов $\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3\right\}$ является линейно зависимой. $\otimes$

Пример 2.2.2. Радиус-вектор $\vec{x}$ в пространстве R^3 имеет разложение по стандартному базису (рисунок 1)

$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3.$$

Обозначим координатную плоскость X^1OX^2 как L^2.

Представить вектор $\vec{x}$ в виде разложения

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^{\perp},$$

где $\vec{g}_L \in L^2$, $\vec{h}^{\perp} \in L^{2^{\perp}}$.

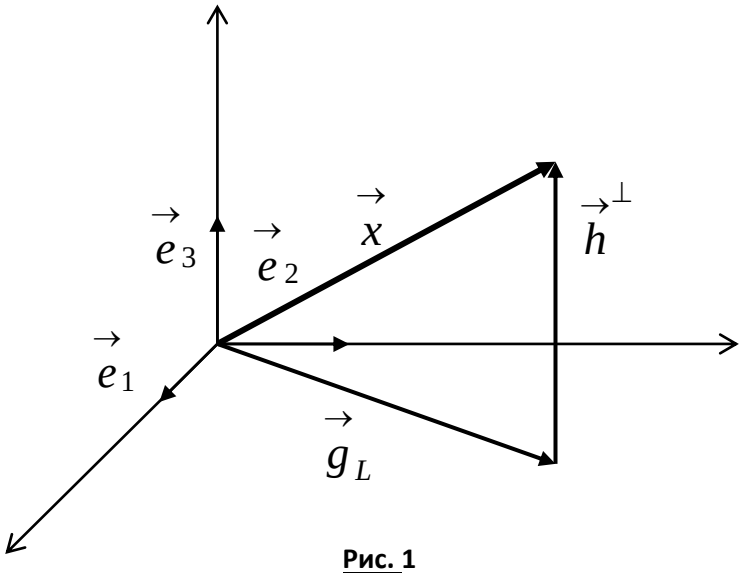


Рис. 1

Р е ш е н и е. Разложим вектор $\vec{g}_L$ по базису подпространства L^2:

$$\vec{g}_L = g^1 \vec{e}_1 + g^2 \vec{e}_2.$$

Вектор

$$\vec{h}^{\perp} = \vec{x} - \vec{g}_L \in L^{2^{\perp}}.$$

Следовательно, он ортогонален базису подпространства L^2. Запишем условия ортогональности вектора $\vec{h}^{\perp}$ подпространству L^2, состоящие в том, что вектор $\vec{h}^{\perp}$ должен быть ортогонален всем векторам базиса $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\}$:

$$\left(\vec{h}^{\perp}, \vec{e}_1 \right) = 0,$$

$$\left(\vec{h}^{\perp}, \vec{e}_2 \right) = 0.$$

Получаем СЛАУ

$$\begin{cases} \left(\vec{x}-\vec{g}_L,\ \vec{e}_1\right)=0, \\ \left(\vec{x}-\vec{g}_L,\ \vec{e}_2\right)=0, \end{cases}$$

которую перепишем в виде

$$\begin{cases} \left(g^1\vec{e}_1+g^2\vec{e}_2,\ \vec{e}_1\right)=\left(3\vec{e}_1+4\vec{e}_2+5\vec{e}_3,\ \vec{e}_1\right), \\ \left(g^1\vec{e}_1+g^2\vec{e}_2,\ \vec{e}_2\right)=\left(3\vec{e}_1+4\vec{e}_2+5\vec{e}_3,\ \vec{e}_2\right). \end{cases}$$

После простых преобразований имеем

$$\begin{cases} g^1=3, \\ g^2=4. \end{cases}$$

Таким образом, получаем

$$\vec{g}_L=3\vec{e}_1+4\vec{e}_2.$$

Далее имеем:

$$\vec{h}^{\perp}=\vec{x}-\vec{g}_L=\left(3\vec{e}_1+4\vec{e}_2+5\vec{e}_3\right)-\left(3\vec{e}_1+4\vec{e}_2\right)=5\vec{e}_3.$$

Окончательно получаем

$$\vec{x}=\vec{g}_L+\vec{h}^{\perp}=3\vec{e}_1+4\vec{e}_2+5\vec{e}_3. \otimes$$

Пример 2.2.3. В пространстве R^4 опустить перпендикуляр из точки $P(-1;5;3;2)$ на гиперплоскость H^3, проходящую через заданные точки

$$A_1(1;4;2;0),\ A_2(3;7;3;2),\ A_3(2;6;3;-1),\ A_4(1;4;5;2).$$

Р е ш е н и е. В пространстве R^4 все координаты точек заданы в ортонормированном базисе, который обозначим $\left\{\vec{e}_1,\vec{e}_2,\vec{e}_3,\vec{e}_4\right\}$. Неявное уравнение гиперплоскости получено выше в примере 3.14 и имеет вид

$$23x^1-14x^2+2x^3-3x^4+29=0.$$

Там же записаны направляющие векторы гиперплоскости:

$$\vec{a}_1=2\vec{e}_1+3\vec{e}_2+\vec{e}_3+2\vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_2=\ \vec{e}_1+2\vec{e}_2+\vec{e}_3-\ \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = \quad 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4.$$

Проверим, что точка $P(-1;5;3;2)$ не лежит в плоскости, для чего подставим координаты точки в неявное уравнение плоскости:

$$23\cdot(-1) - 14\cdot 5 + 2\cdot 3 - 3\cdot 2 + 29 = -64 \neq 0.$$

Точка плоскости не принадлежит.

Поставим в соответствие точке $P(-1;5;3;2)$ её радиус-вектор

$$\vec{x} = -\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4$$

– наклонную к плоскости. Представим наклонную в виде

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^{\perp},$$

где вектор $\vec{g}_L \in H^3$, а вектор $\vec{h}^{\perp} \in H^{3\perp}$.

Вектор

$$\vec{h}^{\perp} = \vec{x} - \vec{g}_L \in H^{3\perp}.$$

Следовательно, он ортогонален локальному базису подпространства H^3. Запишем условия ортогональности вектора $\vec{h}^{\perp}$ подпространству H^3 (плоскость проходит через начало системы координат), состоящие в том, что вектор $\vec{h}^{\perp}$ должен быть ортогонален всем векторам базиса $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\}$:

$$\left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_1\right) = 0, \left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_2\right) = 0, \left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_3\right) = 0.$$

Получаем СЛАУ

$$\left(\vec{x} - \vec{g}_L, \vec{a}_1\right) = 0,$$

$$\left(\vec{x} - \vec{g}_L, \vec{a}_2\right) = 0,$$

$$\left(\vec{x} - \vec{g}_L, \vec{a}_3\right) = 0.$$

Представляя наклонную $\vec{g}_L$ разложением по направляющим векторам плоскости (по локальному базису), перепишем СЛАУ в виде

$$\left(g^1\vec{a}_1+g^2\vec{a}_2+g^3\vec{a}_3,\vec{a}_1\right)=\left(\vec{x},\vec{a}_1\right),$$
$$\left(g^1\vec{a}_1+g^2\vec{a}_2+g^3\vec{a}_3,\vec{a}_2\right)=\left(\vec{x},\vec{a}_2\right),$$
$$\left(g^1\vec{a}_1+g^2\vec{a}_2+g^3\vec{a}_3,\vec{a}_3\right)=\left(\vec{x},\vec{a}_3\right),$$

или в виде

$$\left(\vec{a}_1,\vec{a}_1\right)g^1+\left(\vec{a}_2,\vec{a}_1\right)g^2+\left(\vec{a}_3,\vec{a}_1\right)g^3=\left(\vec{x},\vec{a}_1\right),$$
$$\left(\vec{a}_1,\vec{a}_2\right)g^1+\left(\vec{a}_2,\vec{a}_2\right)g^2+\left(\vec{a}_3,\vec{a}_2\right)g^3=\left(\vec{x},\vec{a}_2\right),$$
$$\left(\vec{a}_1,\vec{a}_3\right)g^1+\left(\vec{a}_2,\vec{a}_3\right)g^2+\left(\vec{a}_3,\vec{a}_3\right)g^3=\left(\vec{x},\vec{a}_3\right).$$

Далее, находим значения попарных скалярных произведений векторов локального базиса на плоскости

$$G^T=\begin{pmatrix}\left(\vec{a}_1,\vec{a}_1\right) & \left(\vec{a}_2,\vec{a}_1\right) & \left(\vec{a}_3,\vec{a}_1\right)\\ \left(\vec{a}_1,\vec{a}_2\right) & \left(\vec{a}_2,\vec{a}_2\right) & \left(\vec{a}_3,\vec{a}_2\right)\\ \left(\vec{a}_1,\vec{a}_3\right) & \left(\vec{a}_2,\vec{a}_3\right) & \left(\vec{a}_3,\vec{a}_3\right)\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}18 & 7 & 7\\ 7 & 7 & 1\\ 7 & 1 & 13\end{pmatrix}$$

и записываем СЛАУ в окончательном виде:

$$\begin{cases}18g^1+7g^2+7g^3=20,\\ 7g^1+7g^2+g^3=10,\\ 7g^1+g^2+13g^3=13.\end{cases}$$

Решение Слау ищем по формулам Крамера.

1) Находим определитель основной матрицы:

$$\det\begin{pmatrix}18 & 7 & 7\\ 7 & 7 & 1\\ 7 & 1 & 13\end{pmatrix}=738.$$

СЛАУ совместна и определённа.

2) Находим определители, соответствующие каждому неизвестному:

$$\Delta_1 = \det\begin{pmatrix} 20 & 7 & 7 \\ 10 & 7 & 1 \\ 13 & 1 & 13 \end{pmatrix} = -6306,$$

$$\Delta_2 = \det\begin{pmatrix} 18 & 20 & 7 \\ 7 & 10 & 1 \\ 7 & 13 & 13 \end{pmatrix} = 573,$$

$$\Delta_3 = \det\begin{pmatrix} 18 & 7 & 20 \\ 7 & 7 & 10 \\ 7 & 1 & 13 \end{pmatrix} = 471.$$

Записываем решение СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} g^1 \\ g^2 \\ g^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6306/738 \\ 573/738 \\ 471/738 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1051/123 \\ 191/123 \\ 157/123 \end{pmatrix}.$$

Записываем разложение проекции $\vec{g}_L$ на плоскость по локальному базису:

$$\vec{g}_L = -\frac{1051}{123}\vec{a}_1 + \frac{191}{123}\vec{a}_2 + \frac{157}{123}\vec{a}_3.$$

Теперь находим перпендикуляр:

$$\vec{h}^{\perp} = \vec{x} - \vec{g}_L = -\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4 - \left(-\frac{1051}{123}\vec{a}_1 + \frac{191}{123}\vec{a}_2 + \frac{157}{123}\vec{a}_3\right).$$

Если теперь подставить в последнее равенство разложения векторов $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ по векторам ортонормированного базиса $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\}$, то получим вектор $\vec{h}$ – перпендикуляр, опущенный из конца наклонной $\vec{g}_L$ на плоскость H^3. $\otimes$

Пример 2.2.4. Записать матрицу оператора $\hat{P}_{x^1 o x^2}^{\perp}$ ортогонального проектирования на координатную плоскость X^1OX^2 в пространстве R^3.

Р е ш е н и е. Этот оператор любому вектору пространства R^3 ставит в соответствие его проекцию на координатную плоскость X^1OX^2 параллельно координатной оси OX^3. Согласно изложенной выше теории, оператор $\hat{P}^{\perp}_{x^1ox^2}$ является прямой суммой единичного оператора

$$\hat{I}_{x^1ox^2} : R^2_{x^1ox^2} \to R^2_{x^1ox^2}$$

и нулевого оператора

$$\hat{O}_{ox^3} : R^1_{ox^3} \to R^1_{ox^3}.$$

На главной диагонали его матрицы расположены 2×2 клетка вида

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

и 1×1 клетка вида (0). Остальные элементы равны нулю:

$$P^{\perp}_{x^1ox^2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Легко видеть, что оператор $\hat{P}^{\perp}_{x^1ox^2}$ является самосопряжённым.

Найдём, например, проекцию вектора $\vec{x}$ из предыдущей задачи на координатную плоскость X^1OX^2. Запишем для этого образ вектора

$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3$$

при действии оператора $\hat{P}^{\perp}_{x^1ox^2}$ в координатной форме

$$P^{\perp}_{x^1ox^2}\left|x\right\rangle = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Результат, очевидно, совпадает с результатом предыдущей задачи. $\otimes$

Практическое занятие 3. Поверхности второго порядка

Квадратичные формы и поверхности второго порядка

Пример 2.3.1. Привести квадратичную форму, имеющую в пространстве R^3 вид

$$\varphi\left(\vec{x},\vec{x}\right)=3\left(x^2\right)^2+3\left(x^3\right)^2+4x^1x^2+4x^1x^3-2x^2x^3,$$

к каноническому виду ортогональным преобразованием.

Р е ш е н и е. Вид квадратичной формы задан в базисе

$$\left\{\vec{e}_1,\vec{e}_2,\vec{e}_3\right\}\subset R^3.$$

Запишем симметричную матрицу квадратичной формы, для чего слагаемые с перекрёстными произведениями представим в виде суммы двух равных слагаемых:

$$\varphi\left(\vec{x},\vec{x}\right)=$$

$$=3\left(x^2\right)^2+3\left(x^3\right)^2+\left(2x^1x^2+2x^2x^1\right)+\left(2x^1x^3+2x^3x^1\right)-\left(x^2x^3+x^3x^2\right)=$$

$$=2x^1x^2+2x^1x^3+2x^2x^1+3\left(x^2\right)^2-x^2x^3+2x^3x^1-x^3x^2+3\left(x^3\right)^2.$$

Теперь матрица квадратичной формы принимает вид:

$$\Phi\left(\vec{x},\vec{x}\right)=\begin{pmatrix}0 & 2 & 2\\ 2 & 3 & -1\\ 2 & -1 & 3\end{pmatrix}.$$

Запишем характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix}-\mu & 2 & 2\\ 2 & 3-\mu & -1\\ 2 & -1 & 3-\mu\end{vmatrix}=0\Rightarrow\ \mu^3-6\mu^2+32=0.$$

Корни характеристического уравнения $\mu_1=-2,\ \mu_{2,3}=4.$

Чтобы построить матрицу ортогонального преобразования найдём собственные векторы этого оператора. Для этого решим следующие системы линейных алгебраических уравнений.

1) Случай $\mu_1=-2$. Система уравнений записывается в виде:

$$\begin{cases}2x^1+2x^2+2x^3=0,\\ 2x^1+5x^2-\ x^3=0,\\ 2x^1-\ x^2+5x^3=0.\end{cases}$$

Решением этой системы уравнений является вектор-столбец

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} -2a \\ a \\ a \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, первый собственный вектор

$$\vec{x}_1 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

2) Случай $\mu_{2,3} = 4$. Система уравнений записывается в виде:

$$\begin{cases} -4x^1 + 2x^2 + 2x^3 = 0, \\ 2x^1 - x^2 - x^3 = 0, \\ 2x^1 - x^2 - x^3 = 0. \end{cases}$$

Решением этой системы уравнений является вектор-столбец

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} \frac{a+b}{2} \\ a \\ b \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} 1/2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b\begin{pmatrix} 1/2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, второй и третий собственные векторы

$$\vec{x}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2,\ \vec{x}_3 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_3.$$

Векторы $\vec{x}_2$ и $\vec{x}_3$ ортогональны вектору $\vec{x}_1$, но не ортогональны между собой. Для ортогонализации системы собственных векторов применим алгоритм ортогонализации Шмидта. Положим

$$\vec{g}_1 = \vec{x}_1,\ \vec{g}_2 = \vec{x}_2,\ \vec{g}_3 = \vec{x}_3 + \alpha\vec{x}_2.$$

Так как должно быть $\left(\vec{g}_2, \vec{g}_3\right) = 0$, то

$$\left(\vec{x}_2, \vec{x}_3 + \alpha\vec{x}_2\right) = 0,\ \left(\vec{x}_2, \vec{x}_3\right) + \alpha\left(\vec{x}_2, \vec{x}_2\right) = 0.$$

Откуда

$$\frac{1}{4} + \frac{5}{4}\alpha = 0,\ \alpha = -\frac{1}{5}.$$

Приходим к ортогональной системе собственных векторов ассоциированного оператора:

$$\vec{g}_1 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3,\ \vec{g}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2,\ \vec{g}_3 = \frac{2}{5}\vec{e}_1 - \frac{1}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\left\|\vec{g}_1\right\| = \sqrt{6},\ \left\|\vec{g}_2\right\| = \frac{\sqrt{5}}{2},\ \left\|\vec{g}_3\right\| = \frac{\sqrt{30}}{5}.$$

Нормируя эту систему, получаем:

$$\vec{h}_1 = -\frac{2}{\sqrt{6}}\vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_2 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_3,$$

$$\vec{h}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_2,$$

$$\vec{h}_3 = \frac{2}{\sqrt{30}}\vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{30}}\vec{e}_2 + \frac{5}{\sqrt{30}}\vec{e}_3.$$

Матрица ортогонального преобразования

$$A = \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix}$$

осуществляет переход между ортонормированными базисами

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\right\} \Rightarrow \left\{\vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3\right\}$$

и, следовательно, является ортогональной. Учитывая, что для ортогональной матрицы выполняется условие

$$A^{-1} = A^T,$$

Запишем формулу преобразования матрицы квадратичной формы при переходе от старого базиса к новому базису:

$$\Phi' = \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix}^T.$$

Проводя вычисления, получаем

$$\Phi' = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

Обозначая координаты в базисе $\left\{\vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3\right\}$ как $\left\{y^1, y^2, y^3\right\}$, запишем канонический вид квадратичной формы

$$\phi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = -2\left(y^1\right)^2 + 4\left(y^2\right)^2 + 4\left(y^3\right)^2. \otimes$$

Пример 2.3.2. Найти значения параметра λ, при которых является положительно определённой квадратичная форма

$$\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = 4\left(x^1\right)^2 + 2x^1x^2 + \left(x^2\right)^2 + 4x^1x^3 - 6x^2x^3 + \lambda\left(x^3\right)^2.$$

Р е ш е н и е. Выпишем матрицу квадратичной формы:

$$\Phi = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -3 \\ 2 & -3 & \lambda \end{pmatrix}.$$

Находя её главные миноры и применяя критерий Сильвестра, имеем:

$$M_1 = \varphi_{11} = 4 > 0;$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 3 > 0;$$

$$M_3 = \begin{vmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -3 \\ 2 & -3 & \lambda \end{vmatrix} = 3\lambda - 52 > 0.$$

Следовательно, $\lambda > \frac{52}{3}$. $\otimes$

Пример 2.3.3. Выяснить, какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1^2 + 2x_1 + x_2^2 - 4x_2 = 0.$$

Р е ш е н и е. Уравнение перепишем в виде

$$\left(x_1 + 1\right)^2 + \left(x_2 - 2\right)^2 = 5.$$

Вводим новые координаты по формулам

$$x_{1'} = x_1 + 1,\ x_{2'} = x_2 - 1.$$

Эти формулы описывают параллельный перенос начала системы координат в точку $O'(-1;\,2)$, в которой уравнение принимает вида

$$x_{1'}^2 + x_{2'}^2 = 5.$$

Это уравнение, очевидно, описывает окружность с центром в точке $O'(-1;\,2)$ радиуса $R = \sqrt{5}$. $\otimes$

Пример 2.3.4. Какую линию описывает уравнение

$$x_2 = 1 - \sqrt{11 - 4x_1 - x_1^2}\,.$$

Р е ш е н и е. Уравнение переписываем в виде

$$x_2 - 1 = -\sqrt{11 - 4x_1 - x_1^2}$$

и возводим обе части в квадрат (приобретаем новые корни)

$$(x_2 - 1)^2 = 11 - 4x_1 - x_1^2.$$

Преобразуем уравнение, выделяя полный квадрат:

$$x_1^2 + 4x_1 + 4 + (x_2 - 1)^2 = 15,$$

$$(x_1 + 2)^2 + (x_2 - 1)^2 = 15.$$

Это уравнение описывает часть окружности с центром в точке $O'(-2;1)$ радиуса $R = \sqrt{15}$, лежащую ниже новой горизонтальной оси с уравнением $x_2 = 1$. $\otimes$

Пример 2.3.5. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1^2 - 4x_1 + x_2^2 - 2x_2 + 5 = 0.$$

Р е ш е н и е. Уравнение запишем в виде

$$(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2 = 0.$$

Это уравнение описывает точку $M(2;1)$. $\otimes$

Пример 2.3.6. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$100x_1^2 + 25x_2^2 + 200x_1 - 100x_2 - 200 = 0.$$

Р е ш е н и е. Уравнение переписываем в виде

$$100(x_1 + 1)^2 + 25(x_2 - 2)^2 = 400$$

и делим обе части на 400:

$$\frac{(x_1 + 1)^2}{4} + \frac{(x_2 - 2)^2}{16} = 1.$$

Это каноническое уравнение эллипса с центром в точке $O'(-1;\,2)$ и полуосями $a = 2$ и $b = 4$. $\otimes$

Пример 2.3.7. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1 = -2\sqrt{-5 - 6x_2 - x_2^2}\,.$$

Р е ш е н и е. Уравнение преобразуем к виду

$$x_1^2 + 4(x_2 + 3)^2 = 16,$$

возводя обе части в квадрат. Делим обе части на 16:

$$\frac{x_1^2}{16} + \frac{(x_2 + 3)^2}{4} = 1.$$

Уравнение описывает часть эллипса с центром в точке $O'(0; -3)$ и полуосями $a = 4$ и $b = 2$, лежащую слева относительно оси OX_2. $\otimes$

Пример 2.3.8. Линия второго порядка задана в каноническом (ортонормированном) базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\} \subset R^2$ уравнением

$$11(x^1)^2 - 20x^1x^2 - 4(x^2)^2 - 20x^1 - 8x^2 + 1 = 0.$$

Привести уравнение линии к каноническому виду и определить её тип.

Р е ш е н и е. Рассмотрим квадратичную форму

$$\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = 11(x^1)^2 - 20x^1x^2 - 4(x^2)^2 =$$

$$= 11(x^1)^2 - 10x^1x^2 - 10x^2x^1 - 4(x^2)^2$$

Матрица квадратичной формы имеет вид

$$\Phi = \begin{pmatrix} 11 & -10 \\ -10 & -4 \end{pmatrix}.$$

Квадратичной форме $\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right)$ ставим в соответствие симметрический оператор $\hat{T}$ с матрицей $T = \Phi$ и записываем характеристическое уравнение:

$$\det\begin{pmatrix} t_1^1 - \mu & t_2^1 \\ t_1^2 & t_2^2 - \mu \end{pmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{vmatrix} 11 - \mu & -10 \\ -10 & -4 - \mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow$$

$$\mu^2 - 7 \cdot \mu - 144 = 0.$$

Корни характеристического уравнения $\mu_1 = -9$ и $\mu_2 = 16$. Находим собственные векторы оператора $\hat{T}$, соответствующие собственным значениям $\mu_1 = -9$ и $\mu_2 = 16$, для чего решаем две однородные СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} 20x^1 - 10x^2 = 0, \\ -10x^1 + 5x^2 = 0, \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} -5 & -10 \\ -10 & -20 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} -5x^1 - 10x^2 = 0, \\ -10x^1 - 20x^2 = 0. \end{cases}$$

Фундаментальная система решений первой СЛАУ приводит к первому собственному вектору

$$\vec{x}_1 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2,$$

а фундаментальная система решений второй – ко второму собственному вектору

$$\vec{x}_2 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Эти векторы ортогональны, но не нормированы. Нормируем их:

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{\left\|\vec{x}_1\right\|}\vec{x}_1 = \frac{2}{\sqrt{5}}\left(\frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2\right) = \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_2;$$

$$\vec{a}_2 = \frac{1}{\left\|\vec{x}_2\right\|}\vec{x}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}\left(-2\vec{e}_1 + \vec{e}_2\right) = -\frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_2.$$

Матрица перехода от старого базиса к новому базису имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} \\ -2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}.$$

Преобразование от нового базиса к старому осуществляется при помощи обратной матрицы, которая в силу ортогональности матрицы A равна транспонированной к ней, то есть

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} & -2/\sqrt{5} \\ 2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}.$$

Координаты в новом базисе выражаются через координаты в старом базисе при помощи матрицы

$$\left(A^{-1}\right)^T = \left(A^T\right)^T = A,$$

обратный переход от новых координат к старым производится при помощи матрицы A^{-1}. Имеем:

$$\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} \\ -2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} & -2/\sqrt{5} \\ 2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix}.$$

В базисе $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\}$ квадратичная форма приводится к каноническому виду

$$\mu_1\left(y^1\right)^2+\mu_2\left(y^2\right)^2=-9\left(y^1\right)^2+16\left(y^2\right)^2.$$

Линейные слагаемые преобразуются так:

$$-20x^1=-\frac{20}{\sqrt{5}}y^1+\frac{40}{\sqrt{5}}y^2;$$

$$-8x^2=-\frac{16}{\sqrt{5}}y^1-\frac{8}{\sqrt{5}}y^2.$$

Подстановка в уравнение приводит его к виду:

$$-9\left(y^1\right)^2+16\left(y^2\right)^2-\frac{36}{\sqrt{5}}y^1+\frac{32}{\sqrt{5}}y^2+1=0.$$

Выделяя полный квадрат по y^1, y^2 и приводя подобные члены, получаем каноническое уравнение линии в виде

$$-9\left(y^1+\frac{2}{\sqrt{5}}\right)^2+16\left(y^2+\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2+5=0,$$

Откуда совершая параллельный перенос, то есть полагая

$$z^1=y^1+\frac{2}{\sqrt{5}},\ z^2=y^2+\frac{1}{\sqrt{5}},$$

окончательно имеем:

$$\frac{\left(z^1\right)^2}{5/9}-\frac{\left(z^2\right)^2}{5/16}=1.$$

Получили каноническое уравнение линии второго порядка – гиперболы. Отметим, что матрица

$$A=\begin{pmatrix}1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5}\\ -2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5}\end{pmatrix}$$

перехода от старого базиса к новому базису является матрицей оператора (аффинора) поворота системы координат на такой угол φ, что $\cos\varphi=1/\sqrt{5}$ и $\sin\varphi=2/\sqrt{5}$. Далее, в соответствии с формулами

$$z^1=y^1+\frac{2}{\sqrt{5}},\ z^2=y^2+\frac{1}{\sqrt{5}},$$

осуществляется параллельный перенос начала системы координат в новое положение – точку с координатами $O'\left(-\frac{2}{\sqrt{5}},-\frac{1}{\sqrt{5}}\right)$. $\otimes$

Пример 2.3.9. Поверхность второго порядка задана в каноническом (ортонормированном) базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\right\} \subset R^3$ уравнением

$$3x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 2x_2x_3 - 12\sqrt{30}x_1 - \\ -14\sqrt{30}x_2 + 2\sqrt{30}x_3 + 506 = 0.$$

Привести уравнение поверхности к каноническому виду и определить её тип.

Р е ш е н и е. Рассмотрим квадратичную форму

$$\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = 3x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 2x_2x_3.$$

Матрица квадратичной формы

$$\Phi = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Собственные значения ассоциированного оператора $\mu_1 = -2,\ \mu_{2,3} = 4$. Собственные векторы

$$\vec{x}_1 = -\frac{2}{\sqrt{6}}\vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_2 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_2 + 0\,\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_3 = \frac{2}{\sqrt{30}}\vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{30}}\vec{e}_2 + \frac{5}{\sqrt{30}}\vec{e}_3.$$

Это ортонормированная система. Матрица перехода от старого базиса к новому базису получается непосредственно из приведённых разложений:

$$A = \begin{pmatrix} -2/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} \\ 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} & 0 \\ 2/\sqrt{30} & -1/\sqrt{30} & 5/\sqrt{30} \end{pmatrix}$$

и является ортогональной ($A^{-1} = A^T$).

Преобразование координат осуществляется с помощью матрицы A

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} \\ 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} & 0 \\ 2/\sqrt{30} & -1/\sqrt{30} & 5/\sqrt{30} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1'} \\ x_{2'} \\ x_{3'} \end{pmatrix}$$

и приводит квадратичную форму к виду

$$\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = 4x_{1'}^2 - 2x_{2'}^2 + 4x_{3'}^2.$$

Линейные члены преобразуются так:

$$-12\sqrt{30}x_1 - 14\sqrt{30}x_2 + 2\sqrt{30}x_3 = -40\sqrt{6}x_{1'} + 12\sqrt{5}x_{2'}.$$

В новой системе координат уравнение поверхности принимает вид:

$$4x_{1'}^2 - 2x_{2'}^2 + 4x_{3'}^2 - 40\sqrt{6}x_{1'} + 12\sqrt{5}x_{2'} + 506 = 0.$$

Выделяя полные квадраты, приводим уравнение к виду

$$4\left(x_{1'} - 5\sqrt{6}\right)^2 - 2\left(x_{2'} - 3\sqrt{5}\right)^2 + 4x_{3'}^2 - 4 = 0.$$

Вводя обозначения $y_1 = x_{1'} - 5\sqrt{6}$, $y_2 = x_{2'} - 3\sqrt{5}$, $y_3 = x_{3'}$, получаем следующий вид уравнения:

$$y_1^2 - \frac{y_2^2}{2} + y_3^2 = 1.$$

Получили уравнение однополостного гиперболоида. $\otimes$

Задания для самостоятельной работы

Собственные значения и собственные векторы

1. Найти собственные значения и собственные подпространства линейного оператора

$$\hat{A}: R^3 \to R^3,$$

имеющего в каноническом базисе пространства $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\right\} \subset R^3$ матрицу:

1) $A = \begin{pmatrix} -1 & -5 & 2 \\ -1 & -2 & -1 \\ 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}$; 2) $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$; $C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 4 \\ 0 & 4 & 1 \end{pmatrix}$.

2. Найти собственные значения и собственные подпространства линейного оператора $\hat{A}: R^3 \to R^3$, действие которого задано приведёнными ниже координатные равенства: $\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right)$

1) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 2x^2 \\ 3x^3 \end{pmatrix}$;

2) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^1 + x^2 \\ x^1 + x^2 + x^3 \end{pmatrix}$;

3) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 - x^2 \\ 0 \\ x^1 + x^2 \end{pmatrix}$;

4) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$;

5) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix}$;

6) $A\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 0 \\ x^3 \end{pmatrix}$.

3. Линейный оператор $\hat{T}: E^3 \to E^3$ в некотором ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ задан матрицей:

1) $T=\frac{1}{3}\begin{pmatrix} 2 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$; 2) $T=\begin{pmatrix} 17 & -8 & 4 \\ -8 & 17 & -4 \\ 4 & -4 & 11 \end{pmatrix}$;

3) $T=\begin{pmatrix} 1 & 2 & -4 \\ 2 & -2 & -2 \\ -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$; 4) $T=\begin{pmatrix} 5 & -2 & 4 \\ -2 & 8 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$.

Построить в пространстве E^3 ортонормированный базис собственных векторов оператора $\hat{T}$ и записать матрицу оператора $\hat{T}$ в этом базисе.

Инвариантные подпространства

1. Пусть в пространстве зафиксирован канонический базис

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\right\} \subset R^3$$

и пусть дан некоторый линейный оператор $\hat{A}: R^3 \to R^3$. Показать, что линейные оболочки следующего вида

$$L\left\{\vec{e}_1\right\}, L\left\{\vec{e}_2\right\}, L\left\{\vec{e}_3\right\}, L\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}, L\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_3\right\}, L\left\{\vec{e}_2, \vec{e}_3\right\}$$

являются инвариантными подпространствами относительно оператора $\hat{A}$.

2. Пусть подпространства $L_1 \subset X^n$ и $L_2 \subset X^n$ инвариантны относительно оператора

$$\hat{A}: X^n \to X^n.$$

Показать, что подпространства $L_1 + L_2$ и $L_1 \bigcap L_2$ также инвариантны относительно оператора $\hat{A}$.

3. Показать, что если $L \subset X^n$ – инвариантное подпространство оператора

$$\hat{A}: X^n \to X^n,$$

то L является инвариантным подпространством и относительно операторного многочлена

$$\hat{F}\left(\hat{A}\right) = a_0\hat{I} + a_1\hat{A} + a_2\hat{A}^2 + \ldots + a_m\hat{A}^m.$$

4. Пусть $\hat{A}: X^n \to X^n$ – некоторый линейный оператор. Доказать, что если оператор $\hat{A}$ биективный, то его инвариантные подпространства являются инвариантными и относительно оператора $\hat{A}^{-1}$.

5. Пусть $\hat{T}: R^2 \to R^2$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 \\ t_1^2 & t_2^2 \end{pmatrix}.$$

Найти все инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, если

$$T = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

6. Пусть $\hat{T}: R^3 \to R^3$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix}.$$

Найти все инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, если

1) $T = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$; 2) $T = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

7. Пусть $\hat{T}: R^4 \to R^4$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 4 & -2 \\ 2 & -1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Найти все собственные значения и собственные подпространства оператора $\hat{T}$.

Показать, что линейная оболочка

$$L\left\{\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2,\ \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 2\vec{e}_4\right\}$$

является инвариантным подпространством оператора $\hat{T}$.

Геометрия пространства E^n

Задание 1. Получить параметрические и неявные уравнения плоскости $H^m \subset R^n$, проходящей через заданные точки

$A_1(0; 6; 3; 5; 1)$, $A_2(-3; 2; 4; 1; 0)$,

$A_3(5; 1; 4; 3; 2)$, $A_4(-1; 3; -4; 2; -1)$.

Задание 2. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов $\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3\right\} \subset R^3$:

1) $\vec{x}_1 = -3\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 5\vec{e}_3$,

$\vec{x}_2 = 6\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3$\$

2) $\vec{x}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3$,

$\vec{x}_2 = 4\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3$,

$\vec{x}_3 = 7\vec{e}_1 + 8\vec{e}_2 + 9\vec{e}_3$.

Задание 3. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов $\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3, \vec{x}_4\right\} \subset R^4$:

$\vec{x}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4$,

$\vec{x}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_4$,

$\vec{x}_3 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4$,

$\vec{x}_4 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - \vec{e}_4$.

Задание 4. Пусть $L^3\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$ – линейное многообразие в E^4, а $\vec{x}$ – наклонная к многообразию L^3. Найти наименьший угол между вектором $\vec{x}$ и многообразием L^3, если:

$\vec{x} = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4$,

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_2 = -\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_4.$$

Задание 5. В ортонормированном базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\}$ пространства E^4 задана система векторов

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_3 = 3\vec{e}_1 - 6\vec{e}_3 - 13\vec{e}_4,$$
$$\vec{a}_4 = -\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 9\vec{e}_4.$$

1) Выяснить, является ли эта система векторов линейно независимой.

2) Найти объём параллелепипеда, построенного на тройке векторов $\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$.

3) Используя процесс ортогонализации Шмидта, построить на их основе новый ортонормированный базис пространства R^4.

Задание 6. В пространстве R^5 найти ортонормированный базис ортогонального дополнения линейной оболочки системы векторов:

1) $\vec{a}_1 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 2\vec{e}_4 + 2\vec{e}_5,$
$\vec{a}_2 = 9\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 - 4\vec{e}_4,$
$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 6\vec{e}_3 - \vec{e}_5;$

2) $\vec{a}_1 = 4\vec{e}_1 + 10\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4 - 2\vec{e}_5,$
$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - 2\vec{e}_4,$
$\vec{a}_3 = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_5.$

Задание 7. Систему строк матрицы

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & -1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

дополнить двумя строками так, чтобы вся система стала ортогональной.

Задание 8. В пространстве R^4 даны две плоскости H_1 и H_2 с направляющими векторами

$$\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\right\} \subset H_1$$

и

$$\left\{\vec{b}_1, \vec{b}_2\right\} \subset H_2,$$

соответственно. Найти наименьший угол, образованный векторами первой плоскости с векторами второй плоскости, если:

1) $\vec{a}_1 = \vec{e}_1,\ \vec{a}_2 = \vec{e}_2,$

$\vec{b}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,\ \vec{b}_2 = 2\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4;$

2) $\vec{a}_1 = \vec{e}_1,\ \vec{a}_2 = \vec{e}_2,$

$\vec{b}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,\ \vec{b}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4$

Задание 9. Выяснить, какую линию на плоскости описывает уравнение:

1) $x_2 = -1 - \frac{3}{5}\sqrt{26 - 2x_1 + x_1^2}$;

2) $x_1 = -4x_2^2 + 8x_2 - 1;$

3) $x_1 = 2 - \sqrt{3 - x_2}$.

Задание 10. Привести к каноническому виду уравнение линии второго порядка:

1) $17x_1^2 + 12x_1x_2 + 8x_2^2 - 80 = 0;$

2) $4x_1x_2 + 3x_2^2 + 16 = 0.$

Задание 11. Привести к каноническому виду уравнение поверхности второго порядка:

1) $2x_1^2 + x_2^2 - 4x_1x_2 - 4x_2x_3 + \frac{4}{3}x_1 - \frac{16}{3}x_2 + \frac{32}{3}x_3 + 10 = 0;$

2) $\alpha x_1 - 3\sqrt{2}x_2 + 2\sqrt{3}x_3 - 7 = 0,$

где $\alpha = 5$ или $\alpha = 0$.

ЧАСТЬ 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Практическое занятие 1. Понятие предела

Определение предела последовательности

Пример 3.1.1. Показать, что $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{n+1}{n}=1.$

Р е ш е н и е. Действительно, для произвольного $\varepsilon>0$ имеем:

$$\left|\frac{n+1}{n}-1\right|<\varepsilon \Rightarrow \left|\frac{n+1}{n}-1\right|=\left|\frac{n+1-n}{n}\right|=\frac{1}{n}<\varepsilon\Rightarrow n>\frac{1}{\varepsilon}.$$

Таким образом, для любого наперёд заданного $\varepsilon>0$ мы нашли номер $n_0=\left[\dfrac{1}{\varepsilon}\right]+1,$ такой, что $\left(\forall\, n\ge n_0\right)\ \left|\dfrac{n+1}{n}-1\right|<\varepsilon$, следовательно, 1 является пределом данной последовательности. $\otimes$

Пример 3.3.1.2. Доказать существование предела последовательности с общим членом

$$x_n=\frac{1}{2+1}+\frac{1}{2^2+1}+\frac{1}{2^3+1}+\ldots+\frac{1}{2^n+1}.$$

Р е ш е н и е. Покажем, что данная последовательность монотонна и ограничена. Из формулы общего члена последовательности имеем:

$$x_{n+1}=x_n+\frac{1}{2^{n+1}+1}\Rightarrow x_{n+1}>x_n,$$

то есть последовательность монотонно возрастает и ограничена снизу, например, первым элементом x_1. При любом n, очевидно, $\dfrac{1}{2^n+1}<\dfrac{1}{2^n}$. Последовательность ограничена сверху:

$$x_n=\frac{1}{2+1}+\frac{1}{2^2+1}+\frac{1}{2^3+1}+\ldots+\frac{1}{2^n+1}<\frac{1}{2}+\frac{1}{2^2}+\frac{1}{2^3}+\ldots+\frac{1}{2^n}=$$

$$=\frac{1/2-1/2^{n+1}}{1-\dfrac{1}{2}}=1-\frac{1}{2^n}<1.$$

Последовательность монотонна и ограничена, следовательно, по критерию сходимости имеет предел. ⊗

Пример 3.3.1.3. Доказать, что последовательность (x_n) есть бесконечно малая последовательность, если

1) $x_n = \dfrac{(-1)^{n+1}}{n}$; 2) $x_n = \dfrac{2n}{n^3+1}$; 3) $x_n = \dfrac{1}{n!}$; 4) $x_n = (-1)^n \cdot 0{,}999^n$.

Составить для каждого случая таблицу следующего вида:

ε	0,1	0,001	0,0001	…
n_0				

Р е ш е н и е. 1) По определению

$$(\forall \varepsilon > 0)\ (\exists n_0 \in N)\colon (\forall n \ge n_0)\ \left|\frac{(-1)^{n+1}}{n} - 0\right| < \varepsilon.$$

Решаем неравенство:

$$\left|\frac{(-1)^{n+1}}{n}\right| < \varepsilon \Rightarrow \frac{1}{n} < \varepsilon \Rightarrow n > \frac{1}{\varepsilon} \Rightarrow n > \left[\frac{1}{\varepsilon}\right] \Rightarrow n_0 = \left[\frac{1}{\varepsilon}\right] + 1.$$

Таким образом, по произвольному положительному числу ε мы нашли номер $n_0 = n_0(\varepsilon)$ такой, что начиная с этого номера, выполнено определение предела последовательности. Следовательно, последовательность имеет предел, который равен

$$\lim_{n\to\infty} x_n = \lim_{n\to\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} = 0.$$

Таким образом, последовательность является бесконечно малой последовательностью.

Пусть, например, $\varepsilon = 0{,}1$. Тогда

$$n_0 = \left[\frac{1}{1/10}\right] + 1 = 11.$$

И так далее, для указанных в таблице значений ε. Искомая таблица принимает вид:

ε	0,1	0,001	0,0001	…
n_0	11	1001	10001	…

2) По определению

$$(\forall \varepsilon > 0)\ (\exists n_0 \in N)\colon (\forall n \ge n_0)\ \left|\frac{2n}{n^3+1} - 0\right| < \varepsilon.$$

Решаем неравенство:

$$\left|\frac{2n}{n^3+1}\right| < \varepsilon \Rightarrow \frac{2n}{n^3} < \varepsilon \Rightarrow \frac{2}{n^2} < \varepsilon \Rightarrow \frac{n^2}{2} > \frac{1}{\varepsilon} \Rightarrow n > \sqrt{\frac{2}{\varepsilon}} \Rightarrow$$

$$n > \left[\sqrt{\frac{2}{\varepsilon}}\right] \Rightarrow n_0 = \left[\sqrt{\frac{2}{\varepsilon}}\right] + 1.$$

Таким образом, по произвольному положительному числу ε мы нашли номер $n_0 = n_0(\varepsilon)$ такой, что начиная с этого номера, выполнено определение предела последовательности. Следовательно, последовательность имеет предел, который равен

$$\lim_{n\to\infty} x_n = \lim_{n\to\infty} \frac{2n}{n^3+1} = 0.$$

Таким образом, последовательность является бесконечно малой последовательностью.

Пусть, например, $\varepsilon = 0{,}1$. Тогда

$$n_0 = \left[\sqrt{\frac{2}{1/10}}\right] + 1 \approx [4{,}472] + 1 = 5.$$

И так далее, для указанных в таблице значений ε. Искомая таблица принимает вид:

ε	0,1	0,001	0,0001	…
n_0	5	46	142	…

Остальные примеры решаются аналогично и предлагаются для самостоятельного решения. $\otimes$

Вычисление предела последовательности

Пример 3.3.1.4. Найти предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{2n^2}{n^2-1}.$$

Р е ш е н и е. Преобразуем общий член последовательности:

$$x_n = \frac{2n^2}{n^2-1} = 2 \cdot \frac{n}{n-1} \cdot \frac{n}{n+1} = 2 \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{n}} \cdot \frac{1}{1+\frac{1}{n}}.$$

Используя правила действий с пределами последовательностей, имеем:

$$\lim_{n\to\infty} x_n = \lim_{n\to\infty} \frac{2n^2}{n^2-1} = 2 \cdot \frac{1}{1-\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1}{n}} \cdot \frac{1}{1+\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1}{n}} = 2. \otimes$$

Пример 3.3.1.5. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{(2n+1)\cdot(3n+1)}{n^2}.$$

Р е ш е н и е. Преобразуем общий член последовательности:

$$x_n = \frac{(2n+1)\cdot(3n+1)}{n^2} = \frac{2n+1}{n}\cdot\frac{3n+1}{n} = \left(2+\frac{1}{n}\right)\cdot\left(3+\frac{1}{n}\right).$$

Используя правила действий с пределами, имеем:

$$\lim_{n\to\infty} x_n = \lim_{n\to\infty}\frac{(2n+1)\cdot(3n+1)}{n^2} = \lim_{n\to\infty}\left(2+\frac{1}{n}\right)\cdot\lim_{n\to\infty}\left(3+\frac{1}{n}\right) = 2\cdot 3 = 6. \otimes$$

Пример 3.3.1.6. Найти предел последовательности с общим членом

$$x_n = \sqrt{n^2+n}-n.$$

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость вида $[\infty-\infty]$. Преобразуем формулу для общего члена:

$$\sqrt{n^2+n}-n = \frac{\left(\sqrt{n^2+n}-n\right)\left(\sqrt{n^2+n}+n\right)}{\sqrt{n^2+n}+n} = \frac{n}{\sqrt{n^2+n}+n} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{n}}+1}.$$

Вычисляем предел последовательности:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{n}}+1} = \frac{1}{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{1+\frac{1}{n}}+1} = \frac{1}{2}. \otimes$$

Пример 3.3.1.7. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{1}{1\cdot 2}+\frac{1}{2\cdot 3}+\ldots+\frac{1}{n\cdot(n+1)}.$$

Р е ш е н и е. Преобразуем формулу для общего члена последовательности:

$$x_n = \frac{1}{1\cdot 2}+\frac{1}{2\cdot 3}+\ldots+\frac{1}{n\cdot(n+1)} = \left(1-\frac{1}{2}\right)+\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)+\ldots+\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right) =$$

$$= 1-\frac{1}{n+1}.$$

Теперь

$$\lim_{n\to\infty} x_n = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{1}{1\cdot 2}+\frac{1}{2\cdot 3}+\ldots+\frac{1}{n\cdot(n+1)}\right) = \lim_{n\to\infty}\left(1-\frac{1}{n+1}\right) = 1. \otimes$$

Пример 3.3.1.8 (неперово число e). Показать, что последовательность с общим членом

$$x_n = \left(1+\frac{1}{n}\right)^n$$

сходится, то есть, существует предел

$$\lim_{n\to\infty} x_n \equiv \lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n = e.$$

Р е ш е н и е. Приведём значение этого числа, применяемое в обычных расчётах, не требующих слишком большой точности: $e = 2{,}71828\ldots$

Приступим к строгому исследованию данного предела. Докажем сходимость последовательность $x_n = \left(1+\frac{1}{n}\right)^n$.

Покажем, что

$$(\forall b > -1) \wedge (\forall n \in N)\ (1+b)^n \geq 1+nb.$$

Для этого применим индукцию по n:

1) при $n=1$ имеем $1+b \geq 1+b$, что всегда выполняется;

2) предположим, что $(\forall n = k)\ (1+b)^k \geq 1+kb$;

3) покажем, что $(\forall b > -1) \wedge (n = k+1)\ (1+b)^{k+1} \geq 1+(k+1)b$.

Справедливость заключения следует из цепочки выкладок:

$$(1+b)^{k+1} = (1+b)^k(1+b) \geq (1+b)(1+kb) = 1+kb+b+kb^2 \geq 1+(k+1)b,$$

так как $kb^2 > 0$.

Так как неравенство справедливо при $n=1$, оно справедливо и при любом $n \in N$. Итак, $(\forall b > -1)$ и $(\forall n \in N)$

$$(1+b)^n \geq 1+nb. \qquad (1)$$

Рассмотрим последовательность с общим членом

$$y_n = \left(1+\frac{1}{n}\right)^{n+1}.$$

Для этой последовательности

$$\frac{y_{n-1}}{y_n} = \frac{\left(1+1/n-1\right)^n}{\left(1+1/n\right)^{n+1}} = \frac{n^{2n+1}\cdot(n-1)}{(n-1)^n\cdot(n+1)^{n+1}\cdot(n-1)} =$$

$$= \frac{\left(n^2\right)^{n+1}\cdot(n-1)}{\left(n^2-1\right)^{n+1}\cdot n} = \frac{\left(n^2-1+1\right)^{n+1}}{\left(n^2-1\right)^{n+1}}\cdot\frac{n-1}{n} =$$

$$= \left(\frac{n^2-1+1}{n^2-1}\right)^{n+1}\cdot\frac{n-1}{n} = \left(1+\frac{1}{n^2-1}\right)^{n+1}\cdot\frac{n-1}{n} \geq \{\textit{используем}(1)\} \geq$$

$$\geq \left(1+(n+1)\cdot\frac{1}{n^2-1}\right)\cdot\frac{n-1}{n} = \left(1+\frac{1}{n-1}\right)\cdot\frac{n-1}{n} = 1.$$

Таким образом,

$$(\forall n \in N)\ \frac{y_{n-1}}{y_n} \geq 1$$

а, следовательно, $y_n \leq y_{n-1}$, то есть, последовательность с общим членом

$$y_n = \left(1 + 1/n\right)^{n+1}$$

монотонно убывает. Так как

$$\left(1 + 1/n\right)^{n+1} > 1,$$

эта последовательность ограничена снизу. Но тогда по критерию сходимости ограниченной последовательности данная последовательность сходится.

Далее имеем:

$$\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n = \lim_{n\to\infty}\frac{\left(1+1/n\right)^{n+1}}{\left(1+1/n\right)} = \lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^{n+1},$$

где использовано, что

$$\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)=1.$$

Так как предел в правой части равенства существует

$$\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^{n+1}=e,$$

то существует и предел левой части. Итак, предел существует и обозначается

$$e=\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n. \otimes$$

Пример 3.3.1.9. Доказать неравенство Бернулли:

$$(1+x_1)(1+x_2)\ldots(1+x_n)\geq 1+x_1+x_2+\ldots+x_n.$$

Р е ш е н и е. Неравенство справедливо при $n=1,\ 2$, что легко проверяется. Например, для $n=2$ имеем:

$$(1+x_1)(1+x_2)=1+x_1+x_2+x_1x_2\geq 1+x_1+x_2.$$

Предположим, что неравенство справедливо при $n=k$, то есть

$$(1+x_1)(1+x_2)\ldots(1+x_k)\geq 1+x_1+x_2+\ldots+x_k$$

и покажем, что оно справедливо и при $n=k+1$. Имеем:

$$(1+x_1)(1+x_2)\ldots(1+x_k)(1+x_{k+1})\geq (1+x_1+x_2+\ldots+x_k)(1+x_{k+1})=$$
$$=1+x_1+x_2+\ldots+x_k+x_{k+1}+(1+x_1+x_2+\ldots+x_k+x_k)x_{k+1}\geq$$
$$\geq 1+x_1+x_2+\ldots+x_k+x_{k+1}.$$

По заключению индукции неравенство справедливо при любом $k=n$. $\otimes$

Пример 3.3.1.10. Показать, что если $x > -1$, то

$$(1+x)^n \geq 1+nx \ (n>1),$$

причём знак равенства имеет место только при $x = 0$.

Р е ш е н и е. Полагая в неравенстве предыдущего примера

$$x_1 = x_2 = \ldots = x_n = x,$$

получаем требуемое неравенство. $\otimes$

Пример 3.3.1.11. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = n\left[\ln(n+3) - \ln n\right].$$

Р е ш е н и е. Преобразуем формулу для общего члена:

$$x_n = n\left[\ln(n+3) - \ln n\right] = \ln\left(\frac{n+3}{n}\right)^n = 3\cdot\ln\left(1+\frac{1}{n/3}\right)^{n/3}.$$

Переходя к пределу, имеем:

$$\lim_{n\to\infty} x_n = 3\cdot\lim_{n\to\infty}\ln\left(1+\frac{1}{n/3}\right)^{n/3} = 3\cdot\ln e = 3. \otimes$$

Пример 3.3.1.12. Доказать, что последовательность $\left(a^n\right)$ является:

1) бесконечно большой последовательностью при $|a| > 1$;

2) бесконечно малой последовательностью при $|a| < 1$.

Р е ш е н и е. 1) Пусть $|a| > 1$. Покажем, что последовательность $\left(a^n\right)$ удовлетворяет определению бесконечно большой последовательности, то есть $(\forall A > 0)\ (\exists n_0 \in N)$: $(\forall n \geq n_0)$

$$|a|^n > A. \qquad (1)$$

Зададимся произвольным числом $A > 0$. Для нахождения номера n_0 решим неравенство (1) относительно номера. Получим

$$\log_{|a|}|a|^n > \log_{|a|} A \Rightarrow n > \log_{|a|} A \Rightarrow n > \left\lfloor \log_{|a|} A \right\rfloor.$$

Следовательно, выполнение неравенства (1) начинается с номера

$$n_0 = \left\lfloor \log_{|a|} A \right\rfloor + 1.$$

Что и требовалось доказать.

2) Пусть $|a| < 1$. Если $a = 0$, то $(\forall n \in N)\ \ a^n = 0$ и, следовательно, последовательность $\left(a^n\right)$ бесконечно малая. Пусть $a \neq 0$. Тогда

$$a^n = \left(\left(\frac{1}{a} \right)^n \right)^{-1} . \qquad (2)$$

Так в этом случае $\frac{1}{|a|} > 1$, то последовательность $\left(\frac{1}{a^n} \right)$ является бесконечно большой последовательностью, последовательность

$$a^n = \left(\left(\frac{1}{a} \right)^n \right)^{-1}$$

– бесконечно малой последовательностью. Поэтому в силу (2) при $|a| < 1$ последовательность $\left(a^n \right)$ – бесконечно малая последовательность. $\otimes$

Пример 3.3.1.13. Показать, что если $\left(x_n \right)$ – сходящаяся последовательность, а $\left(y_n \right)$ – бесконечно большая последовательность, то последовательность

$$\left(z_n \right) = \left(x_n + y_n \right)$$

– бесконечно большая последовательность.

Р е ш е н и е. Покажем, что

$$\left(\forall A > 0 \right) \left(\exists n_0 \in N \right) : \left(\forall n \ge n_0 \right) |x_n + y_n| > A.$$

В силу критерия сходимости последовательности сходящаяся последовательность $\left(x_n \right)$ ограничена, то есть

$$\left(\exists M > 0 \right) : \left(\forall n \in N \right) |x_n| < M . \qquad (1)$$

Пусть задано произвольное $A > 0$. Так как последовательность $\left(y_n \right)$ бесконечно большая, то для числа $A + M$

$$\left(\exists n_0 \in N \right) : \left(\forall n \ge n_0 \right) |y_n| > A + M . \qquad (2)$$

Из неравенств (1) и (2) получаем: $|x_n + y_n| \ge |y_n| - |x_n| > A + M - M = A.$

Что и требовалось доказать. $\otimes$

Пример 3.3.1.14. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{\sqrt{n}}{n+1} \cos n . \qquad (1)$$

Р е ш е н и е. Так как $\left(\forall x \in R^1 \right) |\cos x| < 1$, то последовательность $\left(\cos n \right)$ ограничена. Покажем, что последовательность $\left(\frac{\sqrt{n}}{n+1} \right)$ – бесконечно малая последовательность. Действительно,

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\sqrt{n}}{n+1}=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{\sqrt{n}}}{1+\frac{1}{n}}=\frac{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1}{\sqrt{n}}}{\lim\limits_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)}=0.$$

По свойствам бесконечно малых последовательностей произведение ограниченной последовательности на бесконечно малую последовательность, то есть последовательность с общим членом (1), является бесконечно малой последовательностью и, следовательно,

$$\lim_{n\to\infty}x_n=\lim_{n\to\infty}\frac{\sqrt{n}}{n+1}\cos n=0.\ \otimes$$

Непрерывность и предел функции

Пример 3.3.1.15. Вычислить предел функции в точке: $\lim\limits_{x\to1}\left(3x^2+x+5\right)$.

Р е ш е н и е. Выбираем произвольную последовательность значений аргумента $\left(x_n\right)$, сходящуюся к 1, то есть такую, что $\lim\limits_{n\to\infty}x_n=1$. Используем определение по Гейне:

$$\lim_{x\to1}\left(3x^2+x+5\right)=\lim_{n\to\infty}\left(3x_n^2+x_n+5\right)=$$

$$=3\lim_{n\to\infty}x_n^2+\lim_{n\to\infty}x_n+\lim_{n\to\infty}5=3+1+5=9.\ \otimes$$

Пример 3.3.1.16. Показать, что $\lim\limits_{x\to6}\left(2x-5\right)=7$.

Р е ш е н и е. Выбираем произвольное $\varepsilon>0$. Найдём для него такое $\delta>0$, что из неравенства

$$\left|x-6\right|<\delta\ \Rightarrow\ 6-\delta<x<6+\delta. \qquad (1)$$

будет следовать неравенство

$$\left|\left(2x-5\right)-7\right|<\varepsilon.$$

Производя тождественные преобразования, получаем:

$$\left|\left(2x-5\right)-7\right|<\varepsilon\Rightarrow\left|2x-12\right|<\varepsilon\Rightarrow2\left|x-6\right|<\varepsilon\Rightarrow\left|x-6\right|<\frac{\varepsilon}{2}$$

$$\Rightarrow6-\frac{\varepsilon}{2}<x<6+\frac{\varepsilon}{2}. \qquad (2)$$

Сравнивая (1) и (2), получаем, что

$$\delta=\frac{\varepsilon}{2}.$$

Последнее и доказывает, что $\lim\limits_{x\to6}\left(2x-5\right)=7.\ \otimes$

Пример 3.3.1.17. Показать, что

$$\lim_{x\to 1/3}\frac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}=8.$$

Р е ш е н и е. По определению предела нужно чтобы выполнялось условие:

$$(\forall\varepsilon>0)\,(\exists\delta>0):\ \left|x-\frac{1}{3}\right|<\delta\ \Rightarrow\ \left|\frac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}-8\right|<\varepsilon.$$

Решаем неравенство

$$\left|\frac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}-8\right|<\varepsilon\ \Leftrightarrow\ \left|\frac{15\left(x-\frac{1}{3}\right)\left(x+\frac{1}{5}\right)}{x-\frac{1}{3}}-8\right|<\varepsilon\ \Leftrightarrow$$

$$|15x-5|<\varepsilon\ \Leftrightarrow\ \frac{1}{3}-\frac{\varepsilon}{15}<x<\frac{1}{3}+\frac{\varepsilon}{15}.$$

Таким образом, как только

$$x\in\left(\frac{1}{3}-\frac{\varepsilon}{15},\frac{1}{3}\right)\bigcup\left(\frac{1}{3},\frac{1}{3}+\frac{\varepsilon}{15}\right),$$

так сразу

$$\left|\frac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}-8\right|<\varepsilon.$$

Из этого следует, что $\delta=\frac{\varepsilon}{15}$. Итак,

$$(\forall\varepsilon>0)\ \left|x-\frac{1}{3}\right|<\frac{\varepsilon}{15}\Rightarrow\ \left|\frac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}-8\right|<\varepsilon,$$

а значит $\lim\limits_{x\to 1/3}\dfrac{15x^2-2x-1}{x-\frac{1}{3}}=8.\ \otimes$

Пример 3.3.1.18. Найти предел функции в точке: $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^2-3x+2}{3x^2+x-4}$.

Р е ш е н и е. Непосредственно перейти к пределу в числителе и знаменателе нельзя, так как $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^2-3x+2}{3x^2+x-4}=\left[\dfrac{0}{0}\right]$, то есть получаем так называемую ***неопределённость вида*** $\dfrac{0}{0}$. Для «раскрытия» этой неопределённости разложим числитель и знаменатель на множители, предварительно приравняв их к нулю $\left(x^2-3x+2=0,\ 3x^2+x-4=0\right)$ и решив соответствующие квадратные уравнения. В результате получаем:

$$\frac{x^2-3x+2}{3x^2+x-4}=\frac{(x-2)(x-1)}{3(x-1)\left(x+\dfrac{4}{3}\right)}.$$

Так как $x\to 1$, но $x\neq 1$, то на множитель $(x-1)$, дающий в пределе $x\to 1$ нуль, можно сократить. В результате получаем:

$$\lim_{x\to 1}\frac{x^2-3x+2}{3x^2+x-4}=\lim_{x\to 1}\frac{(x-2)}{3\left(x+\dfrac{4}{3}\right)}=\frac{1}{3}\cdot\frac{\lim\limits_{x\to 1}(x-2)}{\lim\limits_{x\to 1}\left(x+\dfrac{4}{3}\right)}=-\frac{1}{7}.\ \otimes$$

Пример 3.3.1.19. Пользуясь определением непрерывности по Коши, показать, что функция $f(x)=5x^2+5$ непрерывна в точке $x_0=8$.

Р е ш е н и е. Значение функции в точке $x_0=8$ равно $f(8)=325$. По определению функция будет в точке $x_0=8$ непрерывной, если

$$(\forall\varepsilon>0)\ (\exists\delta>0):\ |x-8|<\delta\ \Rightarrow\ |5x^2+5-325|<\varepsilon.$$

Решаем последнее неравенство, чтобы найти промежуток числовой оси M такой, что как только $x\in M$, так сразу $|5x^2+5-325|<\varepsilon$. Имеем:

$$|5x^2+5-325|<\varepsilon\ \Rightarrow\ |5x^2-320|<\varepsilon\ \Rightarrow\ 64-\frac{\varepsilon}{5}<x^2<64+\frac{\varepsilon}{5}\ \Rightarrow$$

$$\sqrt{64-\frac{\varepsilon}{5}}<x<\sqrt{64+\frac{\varepsilon}{5}}.$$

Таким образом,

$$x\in\left(\sqrt{64-\frac{\varepsilon}{5}},\sqrt{64+\frac{\varepsilon}{5}}\right)\ \Rightarrow\ \left|\left(5x^2+5\right)-325\right|<\varepsilon,$$

а это и означает, что функция в точке $x_0=8$ непрерывна. $\otimes$

Пример 3.3.1.20. Найти и классифицировать точки разрыва функции

$$f(x)=\begin{cases}2-x, & x\le 0;\\ \cos x, & 0<x<\dfrac{\pi}{2};\\ 0, & x\ge\dfrac{\pi}{2}.\end{cases}$$

Р е ш е н и е. Функция непрерывна в промежутках

$$(-\infty,0],\ \left(0,\frac{\pi}{2}\right),\ \left[\frac{\pi}{2},+\infty\right).$$

Исследуем функцию в точках 0 и $\dfrac{\pi}{2}$.

Так как

$$\lim_{x\to 0-0} f(x)=\lim_{x\to 0-0}(2-x)=2,\ \lim_{x\to 0+0} f(x)=\lim_{x\to 0+0}\cos x=1,$$

то $x=0$ является точкой разрыва первого рода, в ней функция испытывает скачок

$$\lim_{x\to 0-0} f(x)-\lim_{x\to 0+0} f(x)=2.$$

Далее имеем:

$$\lim_{x\to\frac{\pi}{2}-0} f(x)=\lim_{x\to\frac{\pi}{2}-0}\cos x=0,\ \lim_{x\to\frac{\pi}{2}+0} f(x)=\lim_{x\to\frac{\pi}{2}+0}0=0.$$

Так как $f\left(\dfrac{\pi}{2}\right)=0$, то

$$\lim_{x\to\frac{\pi}{2}-0} f(x)=\lim_{x\to\frac{\pi}{2}+0} f(x)=f\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

и функция в точке $x=\dfrac{\pi}{2}$ непрерывна. Таким образом, функция непрерывна на всей числовой оси R, кроме точки $x=0$, которая является точкой разрыва первого рода. $\otimes$

Пример 3.3.1.21. Найти точки разрыва функции, определённой формулой

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{3x^2-9}, & x\ne 3,\\ 1, & x=3.\end{cases}$$

Если точки разрыва существуют, то дать их классификацию.

Р е ш е н и е. Вычислим односторонние пределы при $x\to 3$:

$$\lim_{x\to 3-0} f(x)=\lim_{x\to 3-0}\frac{1}{3x^2-9}=\frac{1}{18};$$

$$\lim_{x\to 3+0} f(x) = \lim_{x\to 3+0} \frac{1}{3x^2-9} = \frac{1}{18}.$$

Итак, пределы слева и справа существуют, равны, но не равны значению функции в точке $x = 3$:

$$\lim_{x\to 3-0} f(x) = \lim_{x\to 3+0} f(x) = \frac{1}{18} \neq 1.$$

Имеем точку разрыва первого рода, а именно, точку устранимого разрыва. $\otimes$

Пример 3.3.1.22. Вычислить предел

$$\lim_{x\to 0} \frac{2x\cdot \sin x}{1-\cos x}.$$

Р е ш е н и е. Непосредственно вычислить предел нельзя. Поэтому заметим, что

$$\lim_{x\to 0}(2x\cdot \sin x) = 0,\ \lim_{x\to 0}(1-\cos x) = 0.$$

Таким образом, функции в числителе и знаменателе при $x \to 0$ являются бесконечно малыми функциями.

Для нахождения предела их отношения заменим эти функции эквивалентными бесконечно малыми при $x \to 0$ функциями. Вспомним, что

$$\lim_{x\to 0} \frac{\sin x}{x} = 1,$$

то есть, $\sin x \approx x$ при $x \to 0$.

Далее, вспоминая, что $1-\cos x = 2\sin^2 \frac{x}{2}$ и заменяя $\sin \frac{x}{2} \approx \frac{x}{2}$, получим, что

$$1-\cos x = 2\sin^2 \frac{x}{2} \approx 2\frac{x^2}{4} = \frac{x^2}{2}.$$

Теперь предел легко находится как предел отношения эквивалентных бесконечно малых функций:

$$\lim_{x\to 0} \frac{2x\cdot \sin x}{1-\cos x} = \lim_{x\to 0} \frac{2x\cdot x}{x^2/2} = 4. \otimes$$

Практическое занятие 2. Дифференцируемость функции одного переменного

Производная функции одного переменного

Пример 3. 2.1. Найти производную функцию и дифференциал для функции, определённой формулой

$$f(x) = 4x^5 - 25x^{1/5} - 2\sqrt{x^3} + 7\sqrt[4]{x^{17}}.$$

Р е ш е н и е. Для решения задачи используем правило вычисления производной суммы (дифференцируемых) функций, правило вычисления производной функции на число, а также табличную производную $\left(x^{\alpha}\right)'=\alpha\cdot x^{\alpha-1}$:

$$f'(x)=\left(4x^5-25x^{1/5}-2\sqrt{x^3}+7\sqrt[4]{x^{16}}\right)'=$$

$$=\left(4x^5-25x^{1/5}-2x^{3/2}+7x^4\right)'=20x^4-5x^{-4/5}-3x^{1/2}+\frac{119}{4}x^{\frac{13}{4}}=$$

$$=20x^4-\frac{5}{\sqrt[5]{x^4}}-3\sqrt{x}+\frac{119}{4}\sqrt[4]{x^{13}}.$$

Так как дифференциал функции (в произвольной точке x) $df(x)=f'(x)dx$, то имеем:

$$df(x)=\left(20x^4+9x^2-\frac{5}{\sqrt[5]{x^4}}-3\sqrt{x}+\frac{119}{4}\sqrt[4]{x^{13}}\right)dx.\otimes$$

Пример 3. 2.2. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x)=\frac{g_1(x)}{g_2(x)}=\frac{x^2-2x+3}{x^2+2x+5}.$$

Р е ш е н и е. В этом примере следует воспользоваться правилом дифференцирования частного двух (дифференцируемых) функций

$$f'(x)=\left(\frac{g_1}{g_2}\right)'(x)=\frac{g_1'(x)\cdot g_2(x)-g_1(x)\cdot g_2'(x)}{\left[g_2(x)\right]^2},$$

для чего вычислим сначала производные числителя и знаменателя:

$$f'(x)=\left(x^2-2x+3\right)'=2x-2,\ g'(x)=\left(x^2+2x+5\right)'=2x+2$$

(здесь мы воспользовались тем, что согласно таблице производных производная постоянной равна нулю, а производная степенной функции вычисляется по формуле $\left(x^{\alpha}\right)'=\alpha\cdot x^{\alpha-1}$).

Теперь используем правило дифференцирования частного:

$$f'(x)=\left[\frac{g_1(x)}{g_2(x)}\right]'=\frac{g_1'(x)\cdot g_2(x)-g_1(x)\cdot g_2'(x)}{\left[g_2(x)\right]^2}=\left[\frac{x^2-2x+3}{x^2+2x+5}\right]'=$$

$$= \frac{(2x-2)\left(x^2+2x+5\right)-\left(x^2-2x+3\right)(2x+2)}{\left(x^2+2x+5\right)^2} =$$

$$= \frac{4x^2+4x-16}{\left(x^2+2x+5\right)^2} = 4\frac{x^2+x-4}{\left(x^2+2x+5\right)^2}. \otimes$$

Пример 3. 2.3. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = a^2 \cdot (x-a) \cdot \left(x^2+ax+a^2\right) + x^2 - 2bx + b^2,$$

и вычислить $f'(5)$ при $a = 3,\ b = 10.$

Р е ш е н и е. Имеем:

$$f'(x) = \left[a^2 \cdot (x-a) \cdot \left(x^2+ax+a^2\right) + x^2 - 2bx + b^2\right]' =$$

$$= a^2\left(x^3-a^3\right)' + \left(x^2-2bx+b^2\right)' = 3a^2x^2 + 2(x-b).$$

Далее получаем при $a = 3,\ b = 10$:

$$f'(5) = 3 \cdot 3^2 \cdot 5^2 + 2 \cdot (5-10) = 675 - 10 = 665. \otimes$$

Пример 3. 2.4. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{x^2 + 2\cos x}{\sin x}.$$

Р е ш е н и е. Используя правило дифференцирования частного двух функций и табличные производные для синуса и косинуса, имеем:

$$f'(x) = \frac{d}{dx}\left[\frac{x^2+2\cos x}{\sin x}\right] = \frac{(2x-2\sin x)\cdot \sin x - \left(x^2+2\cos x\right)\cdot \cos x}{\sin^2 x} =$$

$$= \frac{2x\sin x - x^2\cos x - 2\left(\sin^2 x + \cos^2 x\right)}{\sin^2 x} = \frac{2x\sin x - x^2\cos x - 2}{\sin^2 x} =$$

$$= \frac{2x}{\sin x} - x^2\frac{ctgx}{\sin x} - \frac{2}{\sin^2 x}. \otimes$$

Пример 3. 2.5. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{2x-1}{\sqrt{x^2+1}}.$$

Р е ш е н и е. Используя правило дифференцирования частного двух функций и формулу дифференцирования композиции функций

$$(g\circ f)'(x)=g'(f(x))\cdot f'(x),$$

имеем:

$$f'(x)=\frac{(2x-1)'\sqrt{x^2+1}-\left(\sqrt{x^2+1}\right)'(2x-1)}{\left(\sqrt{x^2+1}\right)^2}=$$

$$=\frac{2\sqrt{x^2+1}-\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{x^2+1}}\left(x^2+1\right)'(2x-1)}{x^2+1}=$$

$$=\frac{2\sqrt{x^2+1}-\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{x^2+1}}2x(2x-1)}{x^2+1}=\frac{2x^2+2-2x^2+x}{\left(x^2+1\right)\sqrt{x^2+1}}=$$

$$=\frac{x+2}{\left(x^2+1\right)\sqrt{x^2+1}}=\frac{x+2}{\left(x^2+1\right)^{3/2}}.\otimes$$

Пример 3. 2.6. Найти производную функцию для функции, действие которой определённо формулой

$$f(x)=\ln\left(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}\right).$$

Р е ш е н и е. Используя правила рациональных операций с производными функций и табличную производную от логарифма, получаем:

$$f'(x)=\left[\ln\left(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}\right)\right]'=$$

$$=\frac{1}{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}}\cdot\left(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}\right)'=$$

$$=\frac{1+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{x^2+2x+3}}\cdot 2\cdot(x+1)}{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}}=$$

$$=\frac{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}}{\left(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}\right)\cdot\left(\sqrt{x^2+2x+3}\right)}=$$

$$=\frac{1}{\sqrt{x^2+2x+3}}.\otimes$$

Пример 3. 2.7. Найти производную функцию для функции, определённой формулой $f(x)=\dfrac{\ln x}{x}$, и вычислить производные $f'(e),\ f'\left(\dfrac{1}{e}\right),\ f'\left(e^2\right)$.

Р е ш е н и е. Сначала находим производную функцию:

$$f'(x)=\frac{d}{dx}\left(\frac{\ln x}{x}\right)'=\frac{\dfrac{1}{x}\cdot x-\ln x}{x^2}=\frac{1-\ln x}{x^2}.$$

Вычисляем производные в указанных точках:

$$f'(e)=\frac{1-\ln e}{e^2}=0;\ f'\left(\frac{1}{e}\right)=\frac{1-\ln\left(\dfrac{1}{e}\right)}{\left(\dfrac{1}{e}\right)^2}=\frac{1+1}{\dfrac{1}{e^2}}=2e^2;$$

$$f'\left(e^2\right)=\frac{1-2\ln e}{\left(e^2\right)^2}=\frac{1-2}{e^4}=-e^{-4}.\ \otimes$$

Пример 3. 2.8. Найти производную функцию $f''(x)$ для функции f, если $f(x)=e^{-x^2}$.

Р е ш е н и е. Используя формулу для нахождения производной сложной функции, имеем:

$$f'(x)=\left(e^{-x^2}\right)'=e^{-x^2}\cdot(-1)\cdot 2x=-2x\cdot e^{-x^2},$$

$$f''(x)=\left(-2x\cdot e^{-x^2}\right)'=-2\cdot e^{-x^2}-2x\cdot\left(-2x\cdot e^{-x^2}\right)=\left(4x^2-2\right)\cdot e^{-x^2}=$$

$$=2\cdot\left(2x^2-1\right)\cdot e^{-x^2}.\ \otimes$$

Пример 3. 2.9[*)]**.** Найти производную функцию $f'''(x)$ для функции f, если $f(x)=x^2\cdot\sin x$.

Р е ш е н и е. Используя формулу для нахождения производной сложной функции, имеем:

$$f'(x)=\left(x^2\cdot\sin x\right)'=2x\sin x+x^2\cos x;$$

$$f''(x)=2\sin x+4x\cos x-x^2\sin x;$$

$$f'''(x)=6\cos x-6x\sin x-x^2\cos x.\ \otimes$$

Логарифмическая производная

Рассмотрим случай мультипликативных функций, которые могут быть записаны в виде $(\forall x \in M)$

$$f(x) = g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \ldots g_m^{\alpha_m}(x),$$

где $M \subset R^1$ – общее множество определения для функций $g_k^{\alpha_k}(x)$, а числа α_k $(k = 1, 2, \ldots, m)$ – показатели степени. Предположим, что функция f удовлетворяет условию

$$(\forall x \in M)\ f(x) = g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \ldots g_m^{\alpha_m}(x) > 0.$$

Найти производную функции $f(x)$, очевидно, затруднительно даже для малых $(k = 1, 2, \ldots)$. Поступим следующим образом.

Введём новую функцию:

$$u(x) = \ln f(x) = \ln\left[g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \ldots g_m^{\alpha_m}(x)\right].$$

Нетрудно видеть, что эта функция имеет вид

$$u(x) = \ln f(x) = \ln\left[g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \ldots g_m^{\alpha_m}(x)\right] =$$
$$= \alpha_1 \ln g_1(x) + \alpha_2 \ln g_2(x) + \ldots + \alpha_m \ln g_m(x).$$

Дифференцируя функцию

$$u(x) = \ln f(x)$$

с учётом последнего равенства, получаем:

$$u'(x) = \frac{f'(x)}{f(x)} \Rightarrow f'(x) = f(x) \cdot u'(x);$$

$$u'(x) = \alpha_1 \frac{g_1'(x)}{g_1(x)} + \alpha_2 \frac{g_2'(x)}{g_2(x)} + \ldots + \alpha_m \frac{g_m'(x)}{g_m(x)}.$$

Из последних двух равенств следует, что

$$f'(x) = f(x) \cdot u'(x) =$$
$$= g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \ldots g_m^{\alpha_m}(x) \left[\alpha_1 \frac{g_1'(x)}{g_1(x)} + \alpha_2 \frac{g_2'(x)}{g_2(x)} + \ldots + \alpha_m \frac{g_m'(x)}{g_m(x)}\right].$$

Выражение

$$u' = \left(\ln\left(f(x)\right)\right)' = \frac{f'(x)}{f(x)}$$

называется ***логарифмической производной функции*** $f(x)$.

Пример 3. 2.10. Найти производную функцию для функции

$$f(x) = \frac{x}{(x+1)\cdot(x+2)}.$$

Р е ш е н и е. Имеем:

$$u = \ln f = \ln x - \ln(x+1) - \ln(x+2).$$

Далее получаем:

$$u' = \frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} - \frac{1}{x+2} = \frac{-\left(x^2-2\right)}{x\cdot(x+1)\cdot(x+2)}.$$

Используя формулу для логарифмической производной, имеем

$$f'(x) = f(x)\cdot u'(x) =$$

$$= \frac{x}{(x+1)\cdot(x+2)}\cdot\frac{-\left(x^2-2\right)}{x\cdot(x+1)\cdot(x+2)} = \frac{-\left(x^2-2\right)}{(x+1)^2\cdot(x+2)^2}. \otimes$$

Пример 3. 2.11[*)]**.** Найти производную функцию для функции

$$f(x) = x^2\cdot\sqrt{\frac{2x-1}{x+1}}.$$

Р е ш е н и е. Логарифмируя имеем:

$$u(x) = \ln f(x) = 2\ln x + \frac{1}{2}\ln(2x-1) - \frac{1}{2}\ln(x+1).$$

Откуда получаем

$$u'(x) = \frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{2}{x} + \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{2x-1} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{x+1} = \frac{8x^2+7x-4}{2\cdot x\cdot(x+1)\cdot(2x-1)},$$

$$f'(x) = x^2\sqrt{\frac{2x-1}{x+1}}\cdot\frac{8x^2+7x-4}{2\cdot x\cdot(x+1)\cdot(2x-1)} = \frac{x\cdot\left(8x^2+7x-4\right)}{2\cdot(x+1)\cdot(2x-1)}\cdot\sqrt{\frac{2x-1}{x+1}}. \otimes$$

Производные функции, заданной неявно

Если функция, определённая формулой $y = f(x)$, задана неявно, то есть посредством уравнения $F(x, y) = 0$, то для нахождения производной функции нужно продифференцировать это уравнение (то есть, обе его части) по x, помня, что $y = f(x)$, и разрешить уравнение относительно y'.

Пример 3. 2.12. Найти первую производную функцию для функции $y = f(x)$, заданной неявно уравнением

$$y = \cos(x + y).$$

Р е ш е н и е. Дифференцируем обе части уравнения

$$y = \cos(x + y),$$

помня, что $y = f(x)$, получаем:

$$y' = (\cos(x + y))' = -\sin(x + y) \cdot (1 + y'),$$

откуда имеем $y' = \dfrac{-\sin(x + y)}{1 + \sin(x + y)}$. $\otimes$

Пример 3. 2.13. Найти вторую производную функцию для функции $y = f(x)$, заданной неявно уравнением

$$y^3 - 3y + 3x = 1.$$

Р е ш е н и е. Дифференцируя по x обе части уравнения, имеем

$$3y^2 y' - 3y' + 3 = 0 \Rightarrow y^2 y' - y' + 1 = 0,$$

откуда

$$y' = \frac{1}{1 - y^2}.$$

Дифференцируя ещё раз, получаем

$$2yy' y' + y^2 y'' - y'' = 0,$$

откуда имеем

$$y'' = \frac{2y(y')^2}{1 - y^2}.$$

Заменяя y' полученным выше выражением, получаем окончательно:

$$y'' = \frac{2y(y')^2}{1-y^2} = \frac{2y}{(1-y^2)^3}. \otimes$$

Производные функции, заданной параметрически

Пусть функция $y = f(x)$ задана параметрически, то есть

$$\begin{cases} y = \psi(t), \\ x = \varphi(t). \end{cases}$$

Тогда

$$dy = \psi'(t)dt,\ dx = \varphi'(t)dt,$$

откуда имеем:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\psi'(t)}{\varphi'(t)},\ \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\frac{dx}{dt}} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{\psi'(t)}{dx}\right)}{\varphi'(t)}.$$

Пример 3. 2.14. Найти первую и вторую производную функцию для функции y, заданной параметрически

$$\begin{cases} y = t^2 - 1, \\ x = t^3 + 5. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. Непосредственно находим:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y'(t)}{x'(t)} = \frac{2}{3t^2};\ \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\frac{dx}{dt}} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{2}{3t^2}\right)}{2t} = -\frac{2}{3t^2}.$$

Так как из второго уравнения для x имеем $t = \sqrt[3]{x-5}$, отсюда получаем:

$$y_x'' = \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{2}{3\cdot\sqrt[3]{(x-5)^2}}. \otimes$$

Пример 3. 2.15[*)]**.** Найти первую производную функцию для функции y, заданной параметрически

$$\begin{cases} y = 3\sin t, \\ x = 3\cos t. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. Имеем: $\dfrac{dy}{dx} = \dfrac{y'(t)}{x'(t)} = -\dfrac{3\cos t}{3\sin t} = -ctgt. \otimes$

Понятие дифференциала функции. Приближённые вычисления

Пример 3. 2.16. Найти дифференциал функции, определённой формулой

$$y(x) = \frac{3\cdot\cos x}{2x+1}.$$

Р е ш е н и е. Находим дифференциал функции y, используя определение:

$$dy = y'(x)dx = -3\frac{2x\sin x + \sin x + 2\cos x}{(2x+1)^2}dx. \otimes$$

Пример 3. 2.17. Найти дифференциал функции, определённой формулой

$$y(x) = e^{x^3}.$$

Р е ш е н и е. Путём непосредственного дифференцирования получаем:

$$dy = y'(x)dx = \left(e^{x^3}\right)' = 3x^2e^{x^3}dx. \otimes$$

Пример 3. 2.18. Найти дифференциалы первого, второго и третьего порядков функции, определённой формулой

$$y = f(x) = \left(2x^2 - 3\right)^5.$$

Р е ш е н и е. Для первого дифференциала имеем:

$$df(x) = 5\cdot\left(2x^2-3\right)^4\cdot 4x\cdot dx = 20x\left(2x^2-3\right)^4 dx.$$

Аналогично, для второго и третьего дифференциалов получаем:

$$d^2df(x) = \left|20x\left(2x^2-3\right)^4\right|(dx)^2 = 60\cdot\left(2x^2-3\right)^3\left(6\cdot x^2-1\right)\cdot(dx)^2;$$

$$d^3df(x) = \left|12\cdot x\cdot\left(2x^2-3\right)^2\cdot\left(6x^2-1\right)+12\cdot x\cdot\left(2x^2-3\right)^3\right|\cdot(dx)^3 =$$

$$= 720x\cdot\left(2x^2-3\right)^2\cdot\left(8x^2-4\right)\cdot(dx)^3 =$$

$$= 2880 \cdot x \cdot \left(2x^2 - 3\right)^2 \cdot \left(2x^2 - 1\right) \cdot (dx)^3. \otimes$$

Пример 3. 2.19. Вычислить приближённо $\sin 32^0$.

Р е ш е н и е. Используя приближённую формулу

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0),$$

получаем:

$$f(x) \approx f(x_0) + \frac{df}{dx}(x_0) \cdot (x - x_0) = f(x_0) + df(x_0).$$

Определяя функцию f формулой $f(x) = \sin x$, видим, что нам нужно вычислить значение $f(x)$ в точке $x = 32^0$ при $x_0 = 30^0$, или в радианах $x = \frac{\pi}{180} \cdot 32,\ x_0 = \frac{\pi}{6}$. Учитывая, что $\frac{d \sin(x)}{dx} = \cos x$, имеем:

$$\sin x \approx \sin x_0 + \cos x_0 \cdot (x - x_0),$$

или

$$\sin 32^0 \approx \sin \frac{\pi}{6} + \cos \frac{\pi}{6} \cdot \left(\frac{32}{180} \cdot \pi - \frac{\pi}{6} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\pi}{90} \approx 0{,}5 + \frac{1{,}73 \cdot 3{,}14}{90} \approx 0{,}5 + 0{,}03 = 0{,}53.$$

Для сравнения табличное значение с точностью до четырёх знаков $\sin 32^0 = 0{,}5299$.

$\otimes$

Пример 3. 2.20[*)]**.** Вывести приближённую формулу

$$\sqrt{a^2 + h} \approx a + \frac{h}{2a}.$$

Найти приближённо значения $\sqrt{101}$, $\sqrt{1{,}04}$.

Р е ш е н и е. Рассмотрим функцию f, определив её формулой $f(x) = \sqrt{x}$. По приближённой формуле

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)$$

имеем:

$$\sqrt{x_0+\Delta x}\approx\sqrt{x_0}+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{x_0}}\cdot\Delta x.$$

Полагая здесь $x_0=a^2$, $\Delta x=h$, получаем требуемую формулу:

$$\sqrt{a^2+h}\approx\sqrt{a^2}+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{a^2}}\cdot h=a+\frac{h}{2a}.$$

Вычислим $\sqrt{101}$ и $\sqrt{1{,}04}$:

$$\sqrt{101}=\sqrt{100+1}=\sqrt{10^2+1}\approx 10+\frac{1}{20}=10{,}05;$$

$$\sqrt{1{,}04}=\sqrt{1+0{,}04}\approx 1+\frac{0{,}04}{2}=1{,}02.\ \otimes$$

Пример 3. 2.21[*)]**.** Найти приближённо приращение

$$\Delta f(x)=f(x)-f(x_0)$$

функции, определённой формулой $y=x^2$ при $x_0=2$, $\Delta x=x-x_0=0{,}01$.

Р е ш е н и е. Из приближённой формулы

$$f(x)\approx f(x_0)+f'(x_0)\cdot(x-x_0)$$

имеем

$$f(x)-f(x_0)\approx\frac{df}{dx}(x_0)\cdot(x-x_0)=df(x_0).$$

Подставляя в формулу $x_0=2$, $\Delta x=x-x_0=0{,}01$, получаем:

$$\Delta f(x)=f(x)-f(x_0)=(2+0{,}01)^2-2^2\approx 2\cdot 2\cdot 0{,}01=0{,}04.\ \otimes$$

Практическое занятие 3. Основные теоремы дифференциального исчисления

Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши

Пример 3.3.1. Выяснить, удовлетворяет ли функция, заданная формулой

$$f(x)=3-x^2$$

условиям теоремы Ферма на промежутке $(1,4)$.

Р е ш е н и е. Данная функция на промежутке $(1,4)$ монотонно убывает и, следовательно, достигает своего максимума в точке 1, а минимума в точке 4. Следовательно, в промежутке $(1,4)$ не существует точки x_0 локального экстремума, в которой $f'(x_0)=0$. Поэтому данная функция условиям теоремы Ферма на данном промежутке не удовлетворяет. $\otimes$

Пример 3.3.2. Выяснить, удовлетворяет ли функция, определённая формулой

$$f(x)=3+2x-x^2,$$

на промежутке $[0,4]$ условиям теоремы Ферма. Если функция условиям теоремы Ферма удовлетворяет, найти точку $x_0 \in (0,4)$, в которой $f'(x_0)=0$.

Р е ш е н и е. На промежутке $(0,4)$ функция дифференцируема, следовательно $(\exists x_0 \in (0,4))f'(x_0)=0$. Находим эту точку:

$$f'(x)=2-2x \Rightarrow 2-2x_0=0 \Rightarrow x_0=1. \otimes$$

Пример 3.3.3. Выяснить, удовлетворяет ли функция, определённая формулой

$$f(x)=x^2+6x-35,$$

на промежутке $[-5,-1]$ условиям теоремы Ролля. Если функция условиям теоремы Ролля удовлетворяет, найти точку $x_0 \in (-5,-1)$, в которой $f'(x_0)=0$.

Р е ш е н и е. Функция представляет собой многочлен, который непрерывен и дифференцируем на всей числовой оси. Кроме этого, имеем

$$f(-5)=f(-1)=-40.$$

Поэтому условия теоремы Ролля для данной функции выполнены, следовательно точка $x_0 \in (-5,-1)$, в которой $f'(x_0)=0$, существует. Найдём её:

$$f'(x_0)=0 \Rightarrow 2x_0+6=0 \Rightarrow x_0=-3. \otimes$$

Пример 3.3.4. На дуге кривой, определяемой уравнением

$$y=x^3-3x$$

найти точку, в которой касательная параллельна хорде, проходящей через точки $A(-1;2)$ и $B(3;18)$.

Р е ш е н и е. Функция определена на промежутке $[-1,3]$, непрерывна на этом промежутке и дифференцируема на открытом промежутке $(-1,3)$. Условия теоремы

Лагранжа выполнены. Следовательно, по теореме Лагранжа найдётся такая точка $x_0 \in (-1, 3)$, что

$$f'(x_0) = \frac{f(3) - f(-1)}{3 - (-1)} = 4.$$

Так как $f'(x) = (x^3 - 3x) = 3x^2 - 3$, то имеем $3x^2 - 3 = 4$. Из этого уравнения находим $x_{01} = +\sqrt{\frac{7}{3}}$, $x_{02} = -\sqrt{\frac{7}{3}}$. Так как из этих двух точек $x_{01} \in [-1, 3]$ а $x_{02} \notin [-1, 3]$, то $x_0 = x_{01} = \sqrt{\frac{7}{3}}$. $\otimes$

Пример 3.3.5. В какой точке касательная к кривой, определённой уравнением

$$y = f(x) = x^2 - 8x,$$

параллельна хорде, стягивающей точки $A(-1; 9)$, $B(5; -15)$.

Р е ш е н и е. На промежутке $[-1, 5]$ функция удовлетворяет условиям теоремы Лагранжа. Поэтому имеем:

$$\frac{f(5) - f(-1)}{5 - (-1)} = \frac{-24}{6} = -4 \Rightarrow f'(x_0) \equiv 2x_0 - 8 = -4 \Rightarrow x_0 = 2.$$

Подставляя это значение x в формулу для функции, получаем

$$y = f(2) = -12.$$

Таким образом, искомой является точка $C(2; -12)$. $\otimes$

Пример 3.3.6. Проверить справедливость теоремы Коши для функций, заданных формулами

$$f(x) = x^3,\ g(x) = x^2$$

на промежутке $[1, 2]$. Если теорема Коши справедлива, найти точку x_0, в которой выполняется равенство

$$\frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)}.$$

Р е ш е н и е. Обе функции непрерывны на промежутке $[1, 2]$ и дифференцируемы на промежутке $(a, b) = (1, 2)$, причём $(\forall x \in (a, b))g(x) \neq 0$. Поэтому условия теоремы Коши выполнены. Так как

$$f'(x) = 3x^2,\ g'(x) = 2x,$$

то из условия

$$\frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)} = \frac{7}{3}$$

находим

$$\frac{f'(x_0)}{g'(x_0)} = \frac{3x_0^2}{2x_0} = \frac{3}{2}x_0 = \frac{7}{3} \Rightarrow x_0 = \frac{14}{9}. \otimes$$

Пример 3.3.7. Проверить справедливость теоремы Коши для функций, заданных формулами

$$f(x) = x^2 - 2x + 3,\ g(x) = x^3 - 7x^2 + 20x - 5$$

на промежутке $[1, 4]$. Если теорема Коши справедлива, найти точку x_0, в которой выполняется равенство

$$\frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)}.$$

Р е ш е н и е. Обе функции на данном промежутке непрерывны и дифференцируемы. Производные функций, соответственно равны

$$f'(x) = 2x - 2,\ g'(x) = 3x^2 - 14x + 20.$$

Кроме этого, производная функции g в точках промежутка $(1, 4)$ не обращается в нуль, так как для дискриминанта уравнения $3x^2 - 14x + 20 = 0$ имеем $D = b^2 - 4ac = -44 < 0$ (график функции g не имеет точек пересечения с осью OX). Следовательно, теорема Коши для данных функций справедлива. Поэтому имеем:

$$\frac{f(4) - f(1)}{g(4) - g(1)} = \frac{11 - 2}{27 - 9} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2x_0 - 2}{3x_0^2 - 14x_0 + 20} = \frac{1}{2}.$$

Откуда получаем

$$x_0^2 - 6x_0 + 8 = 0 \Rightarrow x_{01} = 4,\ x_{02} = 2$$

Так как из этих двух точек промежутку $(1, 4)$ принадлежит только точка $x_{02} = 2$, то она и является искомой точкой. $\otimes$

Правила Лопиталя

Пример 3.3.8. Вычислить предел $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)}$.

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость

$$\lim_{x\to 0}\frac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)} = \left[\frac{0}{0}\right].$$

Применяя правило Лопиталя, получаем:

$$\lim_{x\to 0}\frac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)} = \lim_{x\to 0}\frac{e^x + x^{-x}}{\dfrac{1}{1+x}} = \lim_{x\to 0}\left(\left(e^x + x^{-x}\right)\cdot(1+x)\right) = 2. \otimes$$

Пример 3.3.9. Вычислить предел $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3}$.

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость

$$\lim_{x\to\infty}\frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3} = \left[\frac{\infty}{\infty}\right].$$

Применяя правило Лопиталя, получаем:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3} = \lim_{x\to\infty}\frac{3x^2 + 4x + 1}{9x^2 - 2x - 1} = \lim_{x\to\infty}\frac{6x + 4}{18x - 2} = \lim_{x\to\infty}\frac{6}{18} = \frac{1}{3}. \otimes$$

Пример 3.3.10. Вычислить предел $\lim\limits_{x\to -\infty}\left(x^3\cdot e^x\right)$.

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость вида $\lim\limits_{x\to -\infty}\left(x^3\cdot e^x\right) = \left[-\infty\cdot 0\right]$. Для раскрытия неопределённости заменим переменную:

$$\lim_{x\to -\infty}\left(x^3\cdot e^x\right) = \{x = -t\} = \lim_{t\to\infty}\left(-t^3\cdot e^{-t}\right) = -\lim_{t\to\infty}\frac{t^3}{e^t} = \left[\frac{\infty}{\infty}\right].$$

Применяя правило Лопиталя, получаем:

$$\lim_{x\to-\infty}\left(x^3\cdot e^x\right)=-\lim_{t\to\infty}\frac{t^3}{e^t}=-\lim_{t\to\infty}\frac{3t^2}{e^t}=-\lim_{t\to\infty}\frac{6t}{e^t}=-6\cdot\lim_{t\to\infty}\frac{1}{e^t}=0.\otimes$$

Пример 3.3.11. Найти предел $\lim\limits_{x\to1}\left(\frac{1}{\ln x}-\frac{1}{x-1}\right)$.

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость вида $\left[\infty-\infty\right]$. Для раскрытия неопределённости приводим выражения, стоящие в скобках, к общему знаменателю:

$$\lim_{x\to1}\left(\frac{1}{\ln x}-\frac{1}{x-1}\right)=\lim_{x\to1}\left(\frac{x-1-\ln x}{x\cdot\ln x-\ln x}\right).$$

Получаем неопределённость вида $\left[\frac{0}{0}\right]$. Применяя правило Лопиталя два раза, имеем:

$$\lim_{x\to1}\left(\frac{1}{\ln x}-\frac{1}{x-1}\right)=\lim_{x\to1}\left(\frac{x-1-\ln x}{x\cdot\ln x-\ln x}\right)=\lim_{x\to1}\left(\frac{1-\frac{1}{x}}{\ln x+1-\frac{1}{x}}\right)=$$

$$=\lim_{x\to1}\frac{x-1}{x\cdot\ln x+1-1}=\lim_{x\to1}\frac{1}{\ln x+2}=\frac{1}{2}.\otimes$$

Формула Тейлора и формула Маклорена

Пример 3.3.12. Разложить многочлен

$$P(x)=x^5-2x^4+x^3-x^2+2x-1$$

по степеням $x-1$ по формуле Тейлора.

Р е ш е н и е. В нашем случае формула Тейлора имеет вид:

$$f(x)=\sum_{k=0}^{n}\frac{f^{(k)}(x_0)}{k!}\cdot(x-x_0)^k=f(x_0)+\frac{f^{(1)}(x_0)}{1!}\cdot(x-x_0)+$$

$$+\frac{f^{(2)}(x_0)}{2!}\cdot(x-x_0)^2+\ldots\frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}\cdot(x-x_0)^n,$$

где $x_0=1$. Находим значение многочлена и его производных в точке $x_0=1$:

$$P(x)=x^5-2x^4+x^3-x^2+2x-1,\quad P(1)=0;$$
$$P^{(1)}(x)=5x^4-8x^3+3x^2-2x+2,\quad P^{(1)}(1)=0;$$
$$P^{(2)}(x)=20x^3-24x^2+6x-2,\qquad P^{(2)}(1)=0;$$
$$P^{(3)}(x)=60x^2-48x+6,\qquad P^{(3)}(1)=18;$$
$$P^{(4)}(x)=120x-48,\qquad P^{(4)}(1)=72;$$
$$P^{(5)}(x)=120,\qquad P^{(5)}(1)=120.$$

Подставляя найденные производные в формулу Тейлора, получаем:

$$P(x)=3\cdot(x-1)^3+3\cdot(x-1)^4+(x-1)^5.\otimes$$

Пример 3.3.13. Разложить многочлен

$$P(x)=x^4+2x^3-8x^2+4x+4$$

по степеням $x+1$ по формуле Тейлора.

Р е ш е н и е. Вычисляя значение многочлена и его производных в точке $x_0=-1$, получаем:

$$P(x)=x^4+2x^3-8x^2+4x+4,\qquad P(-1)=-9;$$
$$P^{(1)}(x)=4x^3+6x^2-16x+4,\qquad P^{(1)}(-1)=22;$$
$$P^{(2)}(x)=12x^2+12x-16,\qquad P^{(2)}(-1)=-16;$$
$$P^{(3)}(x)=24x+12,\qquad P^{(3)}(-1)=-12;$$
$$P^{(4)}(x)=24,\qquad P^{4}(-1)=24.$$

Подставляя найденные производные в формулу Тейлора, получаем:

$$P(x)=-9+\frac{22}{1!}\cdot(x+1)+\frac{-16}{2!}\cdot(x+1)^2+\frac{-12}{3!}\cdot(x+1)^3+$$
$$+\frac{24}{4!}\cdot(x+1)^4=-9+22\cdot(x+1)-8\cdot(x+1)^2-$$
$$-2\cdot(x+1)^3+(x+1)^4.\quad\otimes$$

Пример 3.3.14. Представить функцию $f(x)=e^x$ в виде разложения по формуле Маклорена.

Р е ш е н и е. Формула Маклорена имеет вид:

$$f(x)= f(0)+\sum_{k=1}^{n}\frac{d^k f}{dx^k}(0)\frac{x^k}{k!}+\frac{d^{n+1} f}{dx^{n+1}}(\xi)\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}.$$

Очевидно выполнение равенств: $(\forall n \in N)$

$$f(0)=\frac{df}{dx}(0)=\frac{d^2 f}{d^2 x}(0)=\ldots=\frac{d^n f}{d^n x}(0)=e^0=1.$$

Кроме этого, очевидно, что $\frac{d^{n+1} f}{d^{n+1} x}(x)=e^x$.

Тогда формула Маклорена с остаточным членом в форме Лагранжа принимает вид:

$$e^x=1+\sum_{k=1}^{n}\frac{x^k}{k!}+e^{\xi}\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}.$$

В этой формуле можно положить $\xi=\theta\cdot x$, где $0<\theta<1$. $\otimes$

Приведём вид формулы Тейлора с **остаточным членом в форме Пеано**:

$$f(x)= f(x_0)+\frac{df}{dx}(x_0)\cdot\frac{x-x_0}{1!}+\frac{d^2 f}{dx^2}(x_0)\cdot\frac{(x-x_0)^2}{2!}+\ldots+$$
$$+\frac{d^n f}{dx^n}(x_0)\cdot\frac{(x-x_0)^n}{n!}+\frac{d^{n+1} f}{dx^{n+1}}(x_0)\cdot\frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!}.$$

Здесь многочлен Тейлора

$$T_n(x_0, x)=\sum_{k=0}^{n}\frac{d^k f}{dx^k}(x_0)\frac{(x-x_0)^k}{k!}= f(x_0)+\frac{df}{dx}(x_0)\frac{(x-x_0)^1}{1!}+$$
$$+\frac{d^2 f}{dx^k}(x_0)\frac{(x-x_0)^2}{2!}+\ldots+\frac{d^n f}{dx^n}(x_0)\frac{(x-x_0)^n}{n!},$$

а остаточный член в форме Лагранжа

$$R_n(x, n)= f(x)-T_n(x_0, x)= f(x)-\sum_{k=0}^{n}\frac{d^k f}{dx^k}(x_0)\cdot\frac{(x-x_0)^k}{k!}.$$

При условии $\Delta x\to 0$ выполняется

$$R_n(x, n)= f(x)-T_n(x_0, x)=o\left((x-x_0)^n\right)=o\left((\Delta x)^n\right).$$

Теперь формулу Тейлора можно записать в виде

$$f(x)=\sum_{k=0}^{n}\frac{d^k f}{dx^k}(x_0)\frac{(x-x_0)^k}{k!}+o\left((\Delta x)^n\right).$$

Последняя форма записи называется ***формулой Тейлора с остаточным членом в форме Пеано***.

Пример 3.3.15. Разложить функцию $f(x)=\sin x$ по формуле Маклорена.

Р е ш е н и е. Рассмотрим производные функции $f(x)=\sin x$ в точке x:

$$\frac{d}{dx}\sin x=\cos x=\sin\left(x+\frac{\pi}{2}\right);$$

$$\frac{d^2}{dx^2}\sin x=\frac{d}{dx}\cos(x)=-\sin x=\sin(x+\pi)=\sin\left(x+2\frac{\pi}{2}\right);$$

……;

$$\frac{d^k}{dx^k}\sin x=\sin\left(x+k\frac{\pi}{2}\right).$$

Кроме этого, имеем

$$\frac{d^{2n+1}}{dx^{2n+1}}\sin(\theta x)=\sin\left(\theta x+(2n+1)\frac{\pi}{2}\right)=(-1)^n\cos\theta x.$$

Действительно, видим, что

$$\sin\left((2n+1)\frac{\pi}{2}+\theta x\right)=\sin\left(\pi n+\frac{\pi}{2}+\theta x\right)=(-1)^n\sin\left(\frac{\pi}{2}+\theta x\right)=(-1)^n\cos\theta x$$

.

Здесь мы положили $\xi=\theta x$, где $0<\theta<1,\ x\in(a,b)$.

Формула Маклорена принимает вид

$$\sin x=\sin 0+\frac{1}{1!}x+0-\frac{x^3}{3!}+0+\frac{x^5}{5!}+0-\frac{x^7}{7!}+\ldots+$$

$$+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!}+\alpha^{(2n+1)}(x)=$$

$$=x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\frac{x^7}{7!}+\ldots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!}+(-1)^n\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}\cos\theta x.$$

В виде разложения по формуле Маклорена с остаточным членом в форме Пеано это разложение записывается так:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \ldots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + o\left(x^{2n}\right). \otimes$$

Аналогично можно получить и разложение по формуле Маклорена функции $f(x) = \cos x$:

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \ldots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + o\left(x^{2n+1}\right)$$

Пример 3.3.16. Найти предел: $\lim\limits_{x \to 0} \dfrac{\sin x - x}{x^3}$.

Р е ш е н и е. Записываем для $\sin x$ разложение по формуле Маклорена

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + o\left(x^4\right).$$

Подставляя это разложение, имеем:

$$\lim_{x \to 0} \frac{\sin x - x}{x^3} = \lim_{x \to 0} \frac{x - \frac{x^3}{3!} - x + o\left(x^4\right)}{x^3} = -\frac{1}{3!} - \lim_{x \to 0} \frac{o\left(x^4\right)}{x^3} = -\frac{1}{6}. \otimes$$

Пример 3.3.17. Найти предел: $\lim\limits_{x \to 0} \dfrac{e^{-\frac{x^2}{2}} - \cos x}{x^3 \cdot \sin x}$.

Р е ш е н и е. Используем разложение для e^x, $\sin x$ и $\cos x$. Получаем:

$$\lim_{x \to 0} \frac{e^{-\frac{x^2}{2}} - \cos x}{x^3 \cdot \sin x} = \lim_{x \to 0} \frac{1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{8} + o\left(x^4\right) - 1 + \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{24}}{x^3 \cdot \left(x + \alpha_{(2)}(x)\right)} =$$

$$= \lim_{x \to 0} \frac{\frac{x^4}{8} - \frac{x^4}{24} + o\left(x^4\right)}{x^4 + o\left(x^5\right)} = \lim_{x \to 0} \frac{\frac{1}{8} - \frac{1}{24} + \frac{o\left(x^4\right)}{x^4}}{1 + \frac{o\left(x^5\right)}{x^4}} = \frac{1}{12}. \otimes$$

Практическое занятие 4. Исследование функций одного переменного

Промежутки монотонности функции

Пример 3.4.1. Найти промежутки монотонности функции, определённой формулой

$$f(x)=x^3+3x^2-9x-2.$$

Р е ш е н и е. Множеством определения функции является вся числовая ось. Находим первую производную функции

$$f'=3x^2+6x-9=3\left(x^2+2x-3\right)=3(x+1)^2-12.$$

Поэтому имеем:

$$f'>0\Rightarrow x^2+2x-3>0\Rightarrow 3\cdot(x+1)^2-12>0;$$

$$f'<0\Rightarrow x^2+2x-3<0\Rightarrow 3\cdot(x+1)^2-12<0.$$

Корни уравнения

$$x^2+2x-3=0$$

есть

$$x_1=-3,\ x_2=1.$$

График функции – парабола, ветви которой направлены вверх, а вершина находится в точке с координатами $x_0=-1,\ y_0=-12$. Следовательно, неравенство $f'(x)>0$ выполняется при $x<-3$ и $x>1$, а неравенство $f'(x)<0$ при $-3<x<1$.

На множестве $(-\infty,-3)\cup(1,+\infty)$ функция строго монотонно возрастает, а на множестве $(-3,1)$ строго монотонно убывает. $\otimes$

Пример 3.4.2. Предприятие производит x единиц продукции в месяц. Зависимость финансовых накоплений предприятия от объёма выпуска выражается формулой

$$\Phi=-0{,}01\cdot x^3+300\cdot x-500.$$

Определить количество единиц продукции, начиная с которого финансовые накопления предприятия начинают убывать.

Р е ш е н и е. Производная от Φ равна:

$$\Phi'=-0{,}03\cdot x^2+300.$$

Финансовые накопления убывают, если

$$\Phi' = -0{,}03 \cdot x^2 + 300 < 0,$$

откуда имеем $x^2 - 10000 > 0$. Из последнего неравенства получаем: $x_1 > 100$, $x_2 < -100$. Имеет экономический смысл только неравенство $x_1 > 100$. Следовательно, при $x > 100$ финансовые накопления предприятия начинают убывать, то есть повышать выпуск продукции свыше 100 единиц становится экономически не выгодно. $\otimes$

Схема исследования функции на локальные экстремумы с помощью первой производной

Пример 3.4.3. Исследовать на наличие локальных экстремумов функцию, заданную формулой $f(x) = x^3 - 5x + 2$.

Р е ш е н и е. 1) Производная функция для функции f есть

$$f'(x) = 3x^2 - 5.$$

2) Находим критические точки функции, решая уравнение

$$3x^2 - 5 = 0.$$

Корни уравнения (критические точки) есть $x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}, x_2 = +\sqrt{\frac{5}{3}}$.

3) Выясняем вопрос о наличии локальных экстремумов функции согласно теореме, для чего определяем знаки производной $f'(x)$ справа и слева от каждой критической точки, результаты заносим в таблицу:

x	$x < -\sqrt{\frac{5}{3}}$	$x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}$	$-\sqrt{\frac{5}{3}} < x < \sqrt{\frac{5}{3}}$	$x_2 = \sqrt{\frac{5}{3}}$	$x > \sqrt{\frac{5}{3}}$
$f'(x)$	+	0	–	0	+
f		Максимум $f(x_1) = 6{,}3$		Минимум $f(x_2) = -2{,}3$	

4. Вычисляем значения функции в точках x_1, x_2 и результаты вычислений тоже заносим в таблицу.

Получаем следующий результат: функция имеет в точке

$$x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}$$

локальный максимум $f(x_1)=6{,}3$, а в точке

$$x_2=+\sqrt{\frac{5}{3}}$$

– локальный минимуму $f(x_2)=-2{,}3.\otimes$

Пример 3.4.4. Найти экстремумы функции, определённой формулой

$$f(x)=\frac{1}{3}x^3+\frac{5}{2}x^2+4x+3.$$

Р е ш е н и е. Множеством определения функции является вся числовая ось R.

1) Находим производную функции:

$$f'(x)=x^2+5x+4.$$

2) Находим критические точки функции, для чего решаем уравнение

$$x^2+5x+4=0.$$

В результате решения имеем корни: $x_1=-1,\ x_2=-4$. Критические точки разбивают R^1 на промежутки

$$-\infty<x<-4,\ -4<x<-1,\ -1<x<\infty.$$

3) Исследуем поведение первой производной функции в полученных промежутках:

в промежутке $(-\infty,-4)$ имеем $y'>0$;

в промежутке $(-4,-1)$ имеем $y'<0$;

в промежутке $(-1,\infty)$ имеем $y'>0$.

Следовательно, в точке -4 имеем **максимум**; в точке -1 имеем **минимум**.

4) Вычисляем экстремальные значения функции:

$$\max f(x)=f(-4)\approx 5{,}67;\ \min f(x)=f(-1)=1{,}17.\otimes$$

Пример 3.4.5. Найти экстремумы функции, определённой формулой

$$f(x)=3x^5-5x^3+10.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим производную функции:

$$f'(x)=15x^4-15x^2.$$

2) Находим критические точки функции, для чего решаем уравнение

$$15x^4 - 15x^2 = 0,\ x^4 - x^2 = 0,\ x^2 \cdot (x-1) \cdot (x+1) = 0.$$

Имеем три корня: $x_1 = 0,\ x_2 = 1,\ x_3 = -1.$

3) Находим вторую производную функцию:

$$f''(x) = 60 \cdot x^3 - 30 \cdot x.$$

4) Находим вторую производную в критических точках:

$$f''(0) = 0;\ f''(1) = 30;\ f''(-1) = -30.$$

В точке $x_2 = 1$ функция имеет **минимум**, а в точке $x_3 = -1$ - **максимум**. В точке $x_1 = 0$ функция экстремума не имеет, так как первая производная при переходе через эту точку не меняет своего знака. $\otimes$

Промежутки выпуклости и вогнутости и асимптоты графика функции

Пример 3.4.6. Найти промежутки выпуклости и вогнутости и точки перегиба графика функции, заданной формулой:

$$f(x) = \left(x^2 + 7x\right) \cdot \sqrt[3]{x} - 5x - 8.$$

Р е ш е н и е. Множество определения функции $M = R$. Преобразованная формула

$$f(x) = x^{\frac{7}{3}} + 7 \cdot x^{\frac{4}{3}} - 5x - 8.$$

1) Находим нули и точки разрыва второй производной функции, для чего находим $f''(x)$:

$$f'(x) = \frac{7}{3} \cdot x^{\frac{4}{3}} + \frac{28}{3} \cdot x^{\frac{1}{3}} - 5;$$

$$f''(x) = \frac{28}{9} \cdot x^{\frac{1}{3}} + \frac{28}{9} \cdot x^{-\frac{2}{3}} = \frac{28}{9} \cdot \frac{x+1}{\sqrt[3]{x^2}}.$$

Очевидно, что точка $x = -1$ является нулём второй производной $f''(x)$, а точка $x = 0$ является точкой разрыва второго рода второй производной $f''(x)$. Эти точки делят множество определения функции $f(x)$ на промежутки

$$(-\infty, -1), (-1, 0), (0, +\infty).$$

2) Определяем знак второй производной в полученных промежутках:

$(\forall x \in (-\infty, -1))\ f''(x) < 0;$

$(\forall x \in (-1, 0))\ f''(x) > 0;$

$(\forall x \in (0, +\infty))\ f''(x) > 0.$

Следовательно: на $(-\infty, -1)$ график функции ***выпуклый***; на $(-1, 0) \cup (0, +\infty)$ график функции ***вогнутый***.

3) Так как функция в точке $x_0 = -1$ определена, а $f''(-1) = 0$, то в точке $x_0 = -1$ график функции испытывает перегиб, а точка

$(x_0;\ f(x_0)) = (-1; 3)$

является точкой перегиба графика функции. $\otimes$

Пример 3.4.7. Найти асимптоты графика функции, заданной формулой:

$$f(x) = \frac{-x^2 + 7x}{x - 3}.$$

Р е ш е н и е. 1) Точка $x = 3$ является точкой разрыва второго рода, следовательно, график функции имеет вертикальную асимптоту с уравнением $x = 3.$

2) По определению асимптоты, функция может быть представлена в виде

$$f(x) = (kx + b) + \alpha(x),$$

где $\alpha(x)$ – бесконечно малая функция при неограниченном удалении точки графика от начала системы координат более высокого порядка, чем x, то есть

$$\lim_{x \to \pm\infty} \frac{\alpha(x)}{x} = 0.$$

Чтобы записать функцию в указанном виде, разделим числитель на знаменатель с остатком:

$$\frac{-x^2 + 7x}{x - 3} = -x + 4 + \frac{12}{x - 3}.$$

Так как

$$\lim_{x \to \pm\infty} \frac{12}{x - 3} = 0,$$

график функции имеет наклонную асимптоту с уравнением $y=-x+4$. $\otimes$

Пример 3.4.8. Найти асимптоты графика функции, заданной формулой:

$$f(x)=\sqrt{1+x^2}-2x.$$

Р е ш е н и е. 1) Так как функция определена на всей числовой оси, вертикальных асимптот нет.

2) Из представления функции в виде

$$f(x)=(kx+b)+\alpha(x)$$

Следует, что для нахождения наклонных асимптот нужно найти правый и левый пределы, которые равны соответственно

$$k_+=\lim_{x\to+\infty}\frac{f(x)}{x},\ b_+=\lim_{x\to+\infty}[f(x)-kx],$$

$$k_-=\lim_{x\to-\infty}\frac{f(x)}{x},\ b_-=\lim_{x\to-\infty}[f(x)-kx].$$

Правый предел:

$$k_1=\lim_{x\to+\infty}\frac{\sqrt{1+x^2}-2x}{x}=\lim_{x\to+\infty}\left(\sqrt{\frac{1}{x^2}+1}-2\right)=-1;$$

$$b_1=\lim_{x\to+\infty}\left(\sqrt{1+x^2}-2x+x\right)=\lim_{x\to+\infty}\left(\sqrt{1+x^2}-x\right)=$$

$$=\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{\sqrt{1+x^2}+x}=0.$$

Правая наклонная асимптота графика функции имеет уравнение

$$y=-x.$$

Левый предел:

$$k_2=\lim_{x\to-\infty}\frac{\sqrt{1+x^2}-2x}{x}=\{x=-z\}=\lim_{z\to+\infty}\frac{\sqrt{1+z^2}+2z}{-z}=$$

$$=-\lim_{z\to+\infty}\left(\sqrt{\frac{1}{z^2}+1}+2\right)=-3;$$

$$b_2=\lim_{x\to-\infty}\left(\sqrt{1+x^2}-2x+3x\right)=\lim_{x\to-\infty}\left(\sqrt{1+x^2}+x\right)=$$

$$= \lim_{x\to-\infty} \frac{1}{\sqrt{1+x^2}-x} = 0.$$

Левая наклонная асимптота графика функции имеет уравнение

$$y = -3x. \otimes$$

Полное исследование функции

Пример 3.4.9. Исследовать функцию, заданную формулой $y(x) = x \cdot e^{-x}$.

Р е ш е н и е. 1) Множеством определения функции служит всё множество действительных чисел R.

2) Нуль функции – точка $x = 0$, причём $\lim\limits_{x\to 0} y(x) = 0$. Следовательно, функция в точке $x = 0$ асимптот не имеет.

3) Находим критические точки функции:

$$y'(x) = e^{-x} - x \cdot e^{-x} = e^{-x} \cdot (1-x) \Rightarrow x = 1.$$

4) Имеем два промежутка $(-\infty, 1)$ и $(1, \infty)$. На этих промежутках

$$(\forall x \in (-\infty, 1))\ y'(x) > 0,$$

$$(\forall x \in (1, \infty))\ y'(x) < 0,$$

соответственно. Следовательно, при $x \in (-\infty, 1)$ функция строго монотонно возрастает, а при $x \in (1, \infty)$ функция строго убывает.

5) Вторая производная функции равна

$$y''(x) = -e^{-x} \cdot (1-x) - e^{-x} = e^{-x} \cdot (x-2).$$

Так как в точке $x = 1$ вторая производная равна

$$y''(1) = \frac{1-2}{e} = -\frac{1}{e} < 0,$$

то функция в этой точке имеет локальный максимум, равный $\frac{1}{e}$.

6) Вторая производная функции в точке $x = 2$ обращается в нуль, а при переходе через это точку меняет знак с минуса на плюс. Следовательно, график функции при $x = 2$ имеет

перегиб, причём при $x<2$ график функции выпуклый, а при $x>2$ – вогнутый. Значение функции в точке перегиба равно

$$y(2)=2\cdot e^{-2}=\frac{2}{e^2}.\otimes$$

Практическое занятие 5. Интегрируемость функции одного переменного

Непосредственное интегрирование

Пример 3.5.1. Найти неопределённый интеграл

$$I=\int\sqrt[3]{x^2}dx.$$

Р е ш е н и е. Непосредственно имеем:

$$\int\sqrt[3]{x^2}dx=\int x^{2/3}dx=\frac{x^{5/3}}{5/3}+C=\frac{3}{5}\sqrt[3]{x^5}+C.\otimes$$

Пример 3.5.2. Найти неопределённый интеграл

$$I=\int\left(6x^2-3\sqrt{x}+5\right)dx.$$

Р е ш е н и е. Используя свойства неопределённого интеграла и таблицу первообразных, получаем:

$$\int\left(6x^2-3\sqrt{x}+5\right)dx=6\int x^2dx-3\int x^{\frac{1}{2}}dx+5\int dx=$$

$$=2x^3-2x^{3/2}+5x+C=2x^3-2\sqrt{x^3}+5x+C,$$

где все постоянные интегрирования объедены в одну постоянную C. $\otimes$

Пример 3.5.3. Найти неопределённый интеграл

$$I=\int\left(5x^2+11-3\sin x+\frac{2}{x}-\frac{1}{\sin^2 x}\right)dx.$$

Р е ш е н и е. Используя свойства неопределённого интеграла и табличные первообразные, имеем:

$$\int\left(5x^2+11-3\sin x+\frac{2}{x}-\frac{1}{\sin^2 x}\right)dx=$$

$$= 5\int x^2 dx + 11\int dx - 3\int \sin x dx + 2\int \frac{dx}{x} - \int \frac{dx}{\sin^2 x} =$$

$$= \frac{5}{3}x^3 + 11x + 3\cos x + 2\ln|x| + ctgx + C. \otimes$$

Подведение под дифференциал

По определению логарифмической производной имеем:

$$y(x) = \ln(f(x)) \Rightarrow \frac{dy}{dx}(x) = \frac{d}{dx}(\ln(f(x))) = \frac{1}{f(x)} \cdot \frac{df}{dx}(x) \equiv \frac{f'(x)}{f(x)}.$$

Тогда по определению неопределённого интеграла имеем:

$$\int (\ln f(x))' dx = \int \frac{f'(x)}{f(x)} dx = \int \frac{f'(x)dx}{f(x)} = \int \frac{df(x)}{f(x)} = \ln(f(x)) + C.$$

Этот метод нахождения неопределённого интеграла называется ***методом подведения под дифференциал***.

Пример 3.5.4. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{dx}{x+1}.$$

Р е ш е н и е. Замечая, что $dx = d(x+1)$ и, используя табличную первообразную для функции $\frac{1}{x}$, в соответствии с формулой подведения под дифференциал получаем:

$$\int \frac{dx}{x+1} = \int \frac{d(x+1)}{x+1} = \ln|x+1| + C. \otimes$$

Пример 3.5.5. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{dx}{ax+b}.$$

Р е ш е н и е. Замечая, что $dx = \frac{1}{a}d(ax+b)$, имеем:

$$\int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a}\int \frac{d(ax+b)}{ax+b} = \frac{1}{a}\ln|ax+b| + C. \otimes$$

Пример 3.5.6. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{xdx}{1+x^2}.$$

Р е ш е н и е. Так как $xdx = \frac{1}{2}d\left(1+x^2\right)$, получаем:

$$\int \frac{xdx}{1+x^2} = \frac{1}{2}\int \frac{d\left(1+x^2\right)}{1+x^2} = \frac{1}{2}\ln\left(1+x^2\right)+C. \otimes$$

Пример 3.5.7. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{3x+2}{x+5}dx.$$

Р е ш е н и е. Преобразуем подынтегральную функцию:

$$\frac{3x+2}{x+5} \equiv \frac{3x+15-13}{x+5} = \frac{3\left(x+5\right)}{x+5} - \frac{13}{x+5} = 3 - \frac{13}{x+5}.$$

Используя свойства неопределённого интеграла и табличные первообразные, получаем:

$$\int \frac{3x+2}{x+5}dx = \int\left(3 - \frac{13}{x+5}\right)dx = 3\int dx - 13\int \frac{1}{x+5}dx =$$

$$= 3x - 13\ln\left|x+5\right| + C. \otimes$$

Методы подстановки (замены переменной интегрирования)

и интегрирования по частям

Пример 3.5.8. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \sqrt{x+3}dx.$$

Р е ш е н и е. Заменяя переменную по формуле $t = x+3 \Rightarrow dx = dt$, получаем:

$$\int \sqrt{x+3}dx = \int \sqrt{t}dt = \int t^{1/2}dt = \frac{2}{3}t^{3/2} + C = \frac{2}{3}\sqrt{\left(x+3\right)^3} + C. \otimes$$

Пример 3.5.9. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{x^2+1}{\left(x^3+3x+1\right)^4}dx.$$

Р е ш е н и е. Заменяя переменную

$$t = x^3 + 3x + 1 \Rightarrow dx = \frac{1}{3}\frac{dt}{x^2 + 1},$$

получаем:

$$\int \frac{x^2 + 1}{\left(x^3 + 3x + 1\right)^4} dx = \frac{1}{3}\int \frac{dt}{t^4} = -\frac{1}{9t^3} + C = -\frac{1}{9\left(x^3 + 3x + 1\right)^3} + C. \otimes$$

Пример 3.5.10. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int x \cdot \cos x dx.$$

Р е ш е н и е. Замечая, что $\cos x dx = d\left(\sin x\right)$ и используя формулу интегрирования по частям, получаем:

$$\int x \cdot \cos x dx = \begin{Bmatrix} u = x, & du = dx, \\ dv = \cos x dx \equiv d\left(\sin x\right), & v = \sin x \end{Bmatrix} =$$

$$= x \cdot \sin x - \int \sin x dx + C = x \cdot \sin x + \cos x + C. \otimes$$

Пример 3.5.11. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int x \cdot \ln x dx.$$

Р е ш е н и е. Интегрируя по частям, получаем:

$$\int x \cdot \ln x dx = \begin{Bmatrix} u = \ln x, & du = \dfrac{dx}{x}, \\ dv = x dx, & v = \dfrac{x^2}{2} \end{Bmatrix} = \frac{x^2}{2} \cdot \ln x - \frac{1}{2}\int x dx + C =$$

$$= \frac{x^2}{2} \cdot \ln x - \frac{x^2}{4} + C. \otimes$$

Формула Ньютона-Лейбница, вычисление определённого интеграла методом замены переменной и интегрирования по частям

Пример 3.5.12. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_0^1 x^2 dx$$

по формуле Ньютона-Лейбница, дать геометрическую интерпретацию.

Р е ш е н и е. Проводя непосредственное интегрирование и применяя формулу Ньютона-Лейбница, получаем: $\int\limits_0^1 x^2 dx = \left.\frac{x^3}{3}\right|_0^1 = \frac{1}{3}$. Полученное число $\frac{1}{3}$ имеет смысл площади криволинейного треугольника с вершинами в точках

$O(0,0),\ A(1,1),\ B(1,0)$. $\otimes$

Пример 3.5.13. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int\limits_{\pi/6}^{\pi/4} \frac{dx}{\cos^2 x}.$$

Р е ш е н и е. Используя таблицу первообразных и формулу Ньютона-Лейбница, получаем:

$$\int\limits_{\pi/6}^{\pi/4} \frac{dx}{\cos^2 x} = tgx\Big|_{\pi/6}^{\pi/4} = tg\frac{\pi}{4} - tg\frac{\pi}{6} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{3}. \otimes$$

Пример 3.5.14. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int\limits_1^2 2^{3x-4} dx.$$

Р е ш е н и е. Используем методом “подведения под дифференциал”:

$$\int\limits_1^2 2^{3x-4} dx = \left\{ dx = \frac{1}{3} d(3x-4) \right\} = \frac{1}{3}\int\limits_1^2 2^{3x-4} d(3x-4) =$$

$$= \left\{ \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C \right\} = \frac{1}{3} \cdot \left.\frac{2^{3x-4}}{\ln 2}\right|_1^2 = \frac{1}{3\ln 2}\left(4 - \frac{1}{2}\right) = \frac{7}{6\ln 2}. \otimes$$

Пример 3.5.15. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int\limits_0^1 x \cdot \left(2 - x^2\right)^5 dx.$$

Р е ш е н и е. Для решения воспользуемся методом замены переменной. Введём новую переменную $t = 2 - x^2$. Дифференциал новой переменной равен

$$dt = d\left(2 - x^2\right) = -2xdx \Rightarrow\ xdx = -\frac{1}{2}dt.$$

Пределы изменения новой переменной определяются так:

$$x=0\Rightarrow t=2;\ x=1\Rightarrow t=1.$$

Учитывая эти формулы, получаем:

$$\int_0^1 x\cdot\left(2-x^2\right)^5 dx=\left\{\begin{array}{l} dt=d\left(2-x^2\right)=-2xdx;\ xdx=-\dfrac{1}{2}dt; \\ x=0\Rightarrow t=2;\ x=1\Rightarrow t=1. \end{array}\right\}=$$

$$=-\frac{1}{2}\cdot\int_2^1 t^5dt=\frac{1}{2}\int_1^2 t^5dt=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{6}\cdot t^6\Big|_1^2=\frac{1}{12}\cdot(64-1)=\frac{63}{12}=\frac{21}{4}.\ \otimes$$

Пример 3.5.16. Вычислить определённый интеграл

$$I=\int_1^e\frac{\ln^2 x}{x}dx.$$

Р е ш е н и е. Используя замену переменной интегрирования $t=\ln x$, имеем:

$$\int_1^e\frac{\ln^2 x}{x}dx=\left\{\begin{array}{l|l} t=\ln x, & x=1\Rightarrow t=0, \\ dt=\dfrac{dx}{x}, & x=e\Rightarrow t=1. \end{array}\right\}=\int_0^1 t^2dt=\frac{t^3}{3}\Big|_0^1=\frac{1}{3}.\ \otimes$$

Пример 3.5.17. Вычислить определённый интеграл

$$I=\int_0^1 x\cdot e^{-x}dx.$$

Р е ш е н и е. Данный интеграл вычисляется методом «интегрирования по частям»:

$$\int_0^1 x\cdot e^{-x}dx=\left\{\begin{array}{ll} u=x, & du=dx, \\ dv=e^{-x}dx, & v=\int e^{-x}dx=-e^{-x}. \end{array}\right\}=$$

$$=x\cdot e^{-x}\Big|_0^1-\int_0^1 e^{-x}d(-x)=-x\cdot e^{-x}\Big|_0^1-e^{-x}\Big|_0^1=$$

$$=-e^{-1}-e^{-1}+1=1-2\cdot e^{-1}=1-2/e=e-2/e.\ \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

Предел и дифференцируемость функций одного переменного

1. Выяснить тип монотонности последовательностей:

1) $\left(\frac{n}{2n+1}\right)$; 2) $\left(\frac{n}{5^n}\right)$; 3) $\left(\frac{n}{4n-3}\right)$; 4) $\left(\frac{n}{n+1}\right)$; 5) $\left(1+\frac{1}{2^n}\right)$.

2. Используя определение, показать, что $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = x_0$, если:

1) $x_n = \frac{3n+1}{5n+2}$, $x_0 = \frac{3}{5}$;

2) $x_n = \frac{2n-2}{3n-1}$, $x_0 = \frac{2}{3}$;

3) $x_n = \frac{4n-2}{2n+3}$, $x_0 = 2$;

4) $x_n = \frac{4n^2+1}{n^2+2}$, $x_0 = 4$;

5) $x_n = \frac{3-n^3}{1+n^3}$, $x_0 = -1$;

6) $x_n = \frac{6n-2}{2n+1}$, $x_0 = 3$;

7) $x_n = \frac{3+8n^2}{1+4n^2}$, $x_0 = 2$;

8) $x_n = \frac{5n+2}{3n+1}$, $x_0 = \frac{5}{3}$.

3. Вычислить предел последовательности:

1) $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{1-n}{n}$;

2) $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{3n-2}{2n+5}$;

3) $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{(5-n)^2+(5+n)^2}{(5-n)^2-(5+n)^2}$;

4) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{(4-n)^3-(2-n)^3}{(1-n)^2-(2+n)^4}$;

5) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{(3+n)^2-(2+n)^2}{(2+n)^2-(1-n)^2}$;

6) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{(2+n)^3}{(n+2)^2-(n+1)^3}$;

7) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{(n+2)^2-(n+5)^3}{(3-n)^3}$;

8) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{n^2+\dfrac{n}{2^n}}{n^2-1}$;

9) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\dfrac{n^3}{n^2+1}-\dfrac{3n^2}{3n-1}\right)$;

10) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\sqrt{a^2n^2+bn}-an\right)$;

11) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{n\sqrt[3]{3n^2}+\sqrt[4]{4n^8+1}}{\left(n+\sqrt{n}\right)\sqrt{7-n+n^2}}$;

12) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{\sqrt{n-1}-\sqrt{2n^2+3}}{\sqrt[3]{n^3+3}+\sqrt[4]{n^5+2}}$;

13) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{10n^3-\sqrt{n^3+2}}{\sqrt{4n^6+3}-n}$;

14) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{\sqrt{n+2}-\sqrt[3]{8n^3+3}}{\sqrt[4]{n+5}+n}$;

15) $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{2^{n+1}+5^{n+1}}{2^n+5^n}$;

16) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(2^{-n}\sin x\right)$;

17) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\dfrac{n+2}{n-1}\right)^{n}$;

18) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\dfrac{n^2+1}{n^2}\right)^{n^2}$;

19) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\dfrac{n^2+n+3}{n^2+n-1}\right)^{-n^2}$;

20) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\dfrac{2n^2+n+5}{2n^2+n+1}\right)^{3n^2}$;

21) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(1+\dfrac{1}{n}\right)^{n+1}$;

22) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(1-\dfrac{1}{3n}\right)^{n}$.

23. Найти множество определения M и множество значений $f(M)$ функции $f(x)=\lg x$.

24. Найти множество определения M следующих функций:

1) $f(x)=\dfrac{x^2-1}{x-1}$; 2) $f(x)=\dfrac{2x}{x^2-5x+4}$; 3) $f(x)=(x-2)\cdot\sqrt{\dfrac{x+1}{1-x}}$;

4) $f(x)=\lg(x-2)-\sqrt{\dfrac{x+2}{1-x}}$; 5) $f(x)=\dfrac{3x^2-5x+2}{2x^3-3x^2+x}$.

25. Выяснить, какие из данных функций являются чётными, а какие нечётными:

1) $f(x)=1-x$; 2) $f(x)=x^3+x$; 3) $f(x)=\sqrt{2x-x^2}$;

4) $f(x)=x^5-x^3+x$; 5) $f(x)=x^2+x-1$.

26. Выяснить, является ли данная функция периодической и если функция является периодической, то найти её период:

1) $f(x)=5$; 2) $f(x)=\sin(5x+3)$; 3) $f(x)=\cos x^2$;

4) $f(x)=2[x]+1$, где $[x]$ – целая часть x.

27. Используя определение непрерывности функции по Гейне, доказать, что функция $f(x)=x^2+3x+3$ непрерывна в любой точке действительной числовой оси $(-\infty,+\infty)$.

28. Используя определение непрерывности по Коши показать, что следующие функции непрерывны в заданных точках x_0:

1) $f(x)=3x-5,\ x_0=2$; 2) $f(x)=4x^2-1,\ x_0=2$;

3) $f(x)=-3x^2+8,\ x_0=4$; 4) $f(x)=4x^2+1,\ x_0=8$;

5) $f(x)=\sin x-\cos 2x,\ x_0=\dfrac{\pi}{2}$.

29. Решить неравенство $\dfrac{x^2-5x+6}{x^3-1}<0$.

30. Найти предел данной функции при $x\to x_0$:

1) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{3x^2-5x+2}{2x^3-3x^2+x}$; 2) $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{x^3+3x^2+7x+5}{x^2-x-2}$;

3) $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{x^3+x^2-x-1}{x^3-3x-2}$; 4) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^4-1}{x^4-x^3+x-1}$;

5) $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{x^3-x^2-x-2}{x^3-2x^2+x-2}$ 6) $\lim\limits_{x\to a}\dfrac{x^4-a^4}{x^3-a^3}$; 7) $\lim\limits_{x\to \frac{\pi}{2}}\dfrac{1+\sin x}{1-\cos 2x}$;

8) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\ln(1+\sin 2x)}{\sin 3x}$; 9) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos 2x}{\cos 5x-\cos 3x}$; 10) $\lim\limits_{x\to 0}\left(\dfrac{1+x3^x}{1+x2^x}\right)^{\frac{1}{x^2}}$;

12) $\lim\limits_{x\to 0}(1-\ln\cos x)^{\frac{1}{\sin^2 x}}$.

31. Используя свойства бесконечно малых и бесконечно больших функций, найти следующие пределы:

1) $\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{3x+5}{x-5}$; 2) $\lim\limits_{x\to \infty}\dfrac{\sin x}{x}$; 3) $\lim\limits_{x\to 0}\left(x\cdot\cos\dfrac{1}{x}\right)$;

4) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{2x^2-x-1}{(x-1)^2}$; 5) $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{\sqrt{x+2}-\sqrt{6-x}}{x^2-4}$;

6) $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^2+2}{4x^5+x+1}$; 7) $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2^{x+1}+3^{x+1}}{2^x+3^x}$;

8) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-1}\right)$; 9) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin 6x}{4x}$; 10) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\dfrac{5}{x}\right)^{3x}$.

32. Используя таблицу производных, найти первую производную функцию для заданной функции и, если требуется, её значение в заданных точках:

1) $f(x)=\ln\dfrac{5-4x^2}{3+7x^2}$, $x_0=3$; 2) $f(x)=\ln\dfrac{(1+x^2)\cdot(1-2x)^3}{(x^2-5)^2}$;

3) $f(x)=x\cdot\ln x$, $x=1$, $x=1x=e$, $x=\dfrac{1}{e}$, $x=\dfrac{1}{e^2}$;

4) $f(x)=\sqrt[8]{x^3}-4x^6+5\ln x-7\cos x+tg(3x^2+2)+ctg6x$;

5) $f(x)=\ln^2(1-\cos x)$; 6) $f(x)=\dfrac{3^x(\sin x+\cos x\cdot\ln 3)}{1+\ln^2 3}$;

7) $f(x)=\ln\sin 3-\dfrac{\cos^2 x}{\sin x}$; 8) $f(x)=\ln(1+\sqrt{thx})$.

33. Найти первую производную и дифференциал функции

$$f(x)=\frac{\ln x}{\sin x}+(1+x^2)\cdot ctgx.$$

34. Найти $f'(0)$ и $df(0)$, если $f(x)=\dfrac{1-10^x}{1+10^x}$.

35. Найти $f'(x)$ и $df(x)$, если $f(x)=\ln(5e^x+7)$.

36. Пусть функции f и g, определённые на одном и том же множестве $M\subset R$, n-раз дифференцируемы на этом множестве. Показать, что сумма и произведение этих функций также n-раз дифференцируемы на M.

37. Найти производные указанных порядков для данных функций:

1) $f(x)=\ln(2x-3)$, $f''(x)=?$;

2) $f(x)=\sin 2x+\cos 3x,\ f'''(x)=?;$

3) $f(x)=\dfrac{x+1}{2x+3},\ f'''(x)=?;$

4) $f(x)=\ln(3x+1),\ f'''(x)=?;$

5) $f(x)=3^{2x+1},\ f'''(x)=?;$

6) $f(x)=x^2\cdot\sin x,\ f^{(3)}=?.$

38. Найти производные и дифференциалы указанных порядков:

1) $f(x)=\cos^2 x,\ f''(x)=?,\ d^2 f(x)=?;$

2) $f(x)=e^x\cos x,\ f^{(3)}(x)=?,\ d^{(3)}f(x)=?.$

30. Проверить справедливость теоремы Ферма для функции $f(x)=3x^2-1$ на промежутке $[1,2]$.

40. Проверить справедливость теоремы Ролля для функции $f(x)=x$ на промежутке $[0,1]$.

41. Проверить справедливость первой теоремы о среднем для функции $f(x)=2x-x^2$ на промежутке $[1,3]$. Найти точку ξ, удовлетворяющую условию $\dfrac{f(b)-f(a)}{b-a}=f'(\xi)$.

42. Раскрыть неопределённости по правилам Лопиталя:

1) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin x}{x}=\left[\dfrac{0}{0}\right]$; 2) $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x^3+2x^2+x-1}{3x^3-x^2-x+3}=\left[\dfrac{\infty}{\infty}\right]$;

3) $\lim\limits_{x\to 1}\left(\dfrac{1}{\ln x}-\dfrac{1}{x-1}\right)=[\infty-\infty]$; 4) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos x}{x^2}=\left[\dfrac{0}{0}\right]$;

5) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^3-3x^2+2}{x^3-4x^2+3}=\left[\dfrac{0}{0}\right]$; 6) $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{e^x}{x^2}=\left[\dfrac{\infty}{\infty}\right]$.

Интегрируемость функций одного переменного

43. Найти неопределённые интегралы непосредственным интегрированием, используя свойства неопределённого интеграла и таблицу первообразных:

1) $\int\left(x^6-6x^5+40x^3-24x^2\right)dx$; 2) $\int\sqrt[3]{x^2}\left(8\sqrt[3]{x}-1\right)dx$;

3) $\int\frac{\left(4-3\sqrt{x}\right)^2}{x^2}dx$; 4) $\int\frac{x+2}{x+3}dx$; 5) $\int\left(\sum\limits_{k=0}^{n}a_k x^k\right)dx$;

6) $\int\left(2x^2+1\right)^3dx$; 7) $\int\left(1+\sqrt{x}\right)^4dx$; 8) $\int\frac{(x+1)\cdot\left(x^2-3\right)}{3x^2}dx$;

9) $\int\frac{\left(x-\sqrt{x}\right)\cdot\left(1+\sqrt{x}\right)}{\sqrt[3]{x}}dx$; 10) $\int\left(5^x-1\right)\left(5^{-x}+1\right)dx$;

11) $\int\frac{x^2+3}{x^2+1}dx$; 12) $\int\frac{\cos 2x}{\cos^2 x}dx$; 13) $\int\frac{\sin 3x-\sin 5x}{\cos 4x}dx$;

14) $\int\frac{2^{x+1}-5^{x-1}}{10^x}dx$; 15) $\int\frac{dx}{2+3x^2}dx$.

44. Найти неопределённые интегралы методом подведения под дифференциал:

1) $\int\frac{dx}{ax+b}$, где a,b – постоянные;

2) $I=\int\frac{xdx}{1+x^2}$;

3) $\int\sqrt{x+3}dx$ (***Указание:*** использовать подстановку $t=x+3$);

4) $I=\int\frac{dx}{e^x+e^{-x}}$ (***Указание:*** использовать подстановку $t=e^x$);

5) $\int\frac{x^2+1}{\left(x^3+3x+1\right)^4}dx$; 6) $\int\frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}$;

7) $\int\frac{3\sqrt{x}+1}{2x\sqrt{x}+x}dx$; 8) $\int\frac{xdx}{\sqrt{1-x^4}}$;

9) $\int\frac{x\cos x+\sin x}{(x\sin x)^3}dx$; 10) $\int\frac{\sin 2x-\cos x}{\left(\cos^2 x+\sin x\right)^2}dx$.

45. Найти неопределённые интегралы методом подстановки:

1) $\int x\cdot e^{x^2}dx$ (***Указание:*** использовать подстановку $t=x^2$);

2) $\int \frac{\ln^3 x}{x} dx$; 3) $\int (12x-5)^7 dx$; 4) $\int e^{4-3x} dx$;

5) $\int 6^{5x+2} dx$; 6) $\int \frac{6x-5}{\sqrt{3x^2-5x+4}} dx$; 7) $\int \frac{e^x dx}{2e^x+7}$; 8) $\int \frac{dx}{x \ln x}$;

9) $\int \frac{\sqrt[6]{\ln^5 x}}{x} dx$; 10) $\int \frac{e^{5x}}{4-e^{10x}} dx$; 11) $\int \sin x \cos^2 x dx$;

12) $\int \frac{\cos x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx$; 13) $\int \frac{\sin x}{\cos^2 x \sqrt{\cos x}} dx$;

14) $\int \frac{\sqrt{5tgx}}{\cos^2 x} dx$; 15) $\int e^{4\cos x - 1} \sin x dx$.

46. Найти неопределённый интеграл методом интегрирования по частям:

1) $\int x^2 \cdot \cos x dx$; 2) $\int x^2 \cdot \sin x dx$; 3) $\int x \cdot e^x dx$;

4) $\int (x^2+2x+3) \cdot \cos x dx$; 5) $\int \frac{x}{\sin^2 x} dx$; 6) $\int e^{2x} \cos x dx$;

7) $\int x^2 e^x dx$; 8) $\int x \ln x dx$.

47. Найти определённый интеграл:

1) $\int_0^1 x \cdot e^{-x} dx$;

2) $\int_1^e \frac{\ln^2 x}{x} dx$ (***Указание:*** использовать подстановку $t = \ln x$);

3) $\int_0^r \sqrt{r^2 - x^2} dx$ (***Указание:*** использовать замену переменной интегрирования $x = r \cdot \sin t$ и формулу интегрирования по частям);

4) $\int_0^{\pi/4} \frac{\sin x - \cos x}{(\cos x + \sin x)^3} dx$; 5) $\int_1^e \frac{1+\ln^3 x}{x} dx$; 6) $\int_{-2}^5 \sqrt[3]{5x+2} dx$;

7) $\int_{0,5}^{0,5} \frac{3^x}{1+9^x} dx$; 8) $\int_0^{0,5} e^{\sin \pi x} \cos \pi x dx$; 9) $\int_0^1 x e^{-x} dx$;

10) $\int_0^{\pi} e^x \cos^2 x dx$; 11) $\int_0^{\pi} (\pi - x)\sin x dx$; 12) $\int_{-1}^{0} (2x+3)e^{-x} dx$;

13) $\int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{x dx}{\sin^2 x}$; 14) $\int_{\pi/3}^{\pi/2} \frac{\cos x}{3+\cos x} dx$; 15) $\int_{\pi/4}^{\pi/2} \frac{\cos^2 x}{\sin^4 x} dx$; 16) $\int_{\pi/4}^{\pi/3} \frac{1+tgx}{\sin 2x} dx$.

ЧАСТЬ 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ. РЯДЫ

Практическое занятие 1. Дифференцируемость функций нескольких переменных

Первые частные производные функций нескольких переменных

Пример 4.1.1. Используя определение, найти первые частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$z(x, y) = x^2 y + 4x - 2y + 5,$$

в точке $M_0(5; 1)$.

Р е ш е н и е. Для частной производной по переменной x имеем по определению:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{z(x_0 + \Delta x, y_0) - z(x_0, y_0)}{\Delta x}.$$

Фиксируя значение $y = y_0$, находим сужение функции $z(x, y)$ на прямую линию $y = y_0$, параллельную оси Ox. На этой прямой сужение

$$z(x, y_0) = y_0 x^2 + 4x - 2y_0 + 5$$

функции $z(x, y)$ является функцией одной переменной x. Используем схему нахождения производной функции одного переменного для сужения $z(x, y_0)$.

1) Придавая переменной x приращение Δx в точке $(x_0; y_0)$, получим:

$$z(x_0 + \Delta x, y_0) = x_0^2 y_0 + 2x_0 y_0 \cdot \Delta x + y_0 (\Delta x)^2 +$$
$$+ 4x_0 + 4 \cdot \Delta x - 2y_0 + 5.$$

2) Находим приращение функции $z(x, y_0)$ в точке $(x_0; y_0)$, придавая переменной x приращение Δx:

$$z(x_0+\Delta x,\, y_0)-z(x_0,\, y_0)=2x_0y_0\cdot\Delta x+y_0(\Delta x)^2+4\cdot\Delta x.$$

3) Находим предел конечно-разностного отношения:

$$\frac{\partial z}{\partial x}=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{z(x_0+\Delta x,\, y_0)-z(x_0,\, y_0)}{\Delta x}=$$

$$=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{2x_0y_0\cdot\Delta x+y_0(\Delta x)^2+4\Delta x}{\Delta x}=2x_0y_0+4.$$

4) Подставляя координаты точки $(x_0;\, y_0)=(5;1)$, получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial x}(5,1)=(2x_0y_0+4)\Big|_{\substack{x_0=5\\ y_0=1}}=14.$$

Аналогично находим частную производную в точке $(x_0;\, y_0)=(5;1)$ по второй переменной y:

$$\frac{\partial z}{\partial y}(5,1)=\left(x_0^2-2\right)\Big|_{\substack{x_0=5\\ y_0=1}}=23.\ \otimes$$

Пример 4.1.2. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x,\, y)=x^3+3x^2y-y^3.$$

Р е ш е н и е. Фиксируя переменные и используя формулу вычисления производной степенной функции, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x,\, y)=3x^2+6xy;\ \frac{\partial u}{\partial y}(x,\, y)=3x^2-3y^2.\ \otimes$$

Пример 4.1.3. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x,\, y)=\frac{xy}{x+y}.$$

Р е ш е н и е. Фиксируя переменные и используя формулы вычисления производной частного и произведения двух функций, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x,\, y)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{xy}{x+y}\right)=\frac{y^2}{(x+y)^2};$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x,\,y)=\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{xy}{x+y}\right)=\frac{x^2}{(x+y)^2}.\otimes$$

Пример 4.1.4. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x,\,y)=(1-x)^{y^2}.$$

Р е ш е н и е. Для вычисления частной производной по переменной x фиксируем переменную y и используем формулу для производной степенной функции:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x,\,y)=-y^2(1-x)^{y^2-1}.$$

Для вычисления частной производной по переменной y фиксируем переменную x и используем формулу $\left(a^u\right)'=a^u\ln a\cdot u'$, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x,\,y)=2y\cdot(1-x)^{y^2}\cdot\ln(1-x).\otimes$$

Пример 4.1.5. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x,\,y)=x^3y^2+2x\ln y+x^y.$$

Р е ш е н и е. Используя таблицу производных, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x,\,y)=3x^2y^2+2\ln y+yx^{y-1},$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x,\,y)=2x^3y+\frac{2x}{y}+x^y\ln x.\otimes$$

Пример 4.1.6. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x,\,y)=(1+xy)^y.$$

Р е ш е н и е. Фиксируя переменную y и используя формулу дифференцирования степенной функции, для частной производной по переменной x получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x,\,y)=y(1+xy)^{y-1}\cdot y=y^2(1+xy)^{y-1}.$$

Для вычисления частной производной по переменной y фиксируем переменную x и используем понятие логарифмической производной:

$$z = \ln u(x,\, y) = y\ln(1+xy) \to z'_y = \ln(1+xy) + \frac{xy}{1+xy} \to$$

$$z' = \frac{u'}{u} \to \frac{\partial u}{\partial y}(x,\, y) = (1+xy)^y \cdot \ln(1+xy) + (1+xy)^y \frac{xy}{1+xy} =$$

$$= (1+xy)^y \left[\ln(1+xy) + \frac{x \cdot y}{(1+xy)} \right]. \otimes$$

Пример 4.1.7. Найти частные производные первого порядка функции трёх переменных, заданной формулой

$$u(x_1,\, x_2,\, x_3) = \frac{1}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}}$$

в точке $M_0(1; -1; -2)$.

Р е ш е н и е. Для нахождения частных производных используем таблицу производных и правила дифференцирования функций:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = -\frac{1}{2}\frac{2x_1}{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_1}{\sqrt{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2} = -\frac{1}{2}\frac{2x_2}{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_2}{\sqrt{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3} = -\frac{1}{2}\frac{2x_3}{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_3}{\sqrt{\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(1; -1; -2) = -\frac{1}{\sqrt{216}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(1; -1; -2) = \frac{1}{\sqrt{216}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3}(1; -1; -2) = -\frac{2}{\sqrt{216}}. \otimes$$

Пример 4.1.8. Найти частные производные первого порядка функции трёх переменных

$$u(x_1,\, x_2,\, x_3) = \exp\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right) \equiv e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2}$$

в точке $M(0;\, 1;\, 2)$.

Р е ш е н и е. Для нахождения частных производных, используя таблицу производных и правила дифференцирования функций, дифференцируем сужения функции на отрезки прямых, параллельных осям системы координат:

1) $$\frac{\partial u}{\partial x_1}(x_1,\, x_2,\, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_1} e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2} = e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2}\, \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right) =$$

$$= 2x_1 e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(M) = 0;$$

2) $$\frac{\partial u}{\partial x_2}(x_1,\, x_2,\, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_2} e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2} = e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2}\, \frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right) =$$

$$= 2x_2 e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(M) = 2e^5;$$

3) $$\frac{\partial u}{\partial x_3}(x_1,\, x_2,\, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_3} e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2} = e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2}\, \frac{\partial}{\partial x_3}\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2\right) =$$

$$= 2x_3 e^{x_1^2+x_2^2+x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3}(M) = 4e^5. \otimes$$

Пример 4.1.9. Показать, что функция, заданная формулой

$$z = \ln\left(x^2 + y^2\right)$$

удовлетворяет уравнению

$$y\frac{\partial z}{\partial x} - x\frac{\partial z}{\partial y} = 0.$$

Р е ш е н и е. Находим частные производные функции в произвольной точке $(x,\, y)$:

$$\frac{\partial z}{\partial x}=\frac{2x}{x^2+y^2};\ \frac{\partial z}{\partial y}=\frac{2y}{x^2+y^2}.$$

Подставляя в правую часть уравнения, получаем

$$y\frac{\partial z}{\partial x}-x\frac{\partial z}{\partial y}=\frac{2xy}{x^2+y^2}-\frac{2xy}{x^2+y^2}=0.\ \otimes$$

Пример 4.1.10. Показать, что функция

$$u(x_1,\ x_2)=x_2\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)$$

удовлетворяет уравнению

$$\frac{1}{x_1}\frac{\partial u}{\partial x_1}+\frac{1}{x_2}\frac{\partial u}{\partial x_2}=\frac{u}{x_2^2}.$$

Р е ш е н и е. Находим частные производные данной функции:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(x_1,\ x_2)=x_2\frac{\partial}{\partial x_1}\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)=x_2\frac{1}{x_1^2-x_2^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1^2-x_2^2\right)=\frac{2x_1x_2}{x_1^2-x_2^2};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(x_1,\ x_2)=\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)+x_2\frac{\partial}{\partial x_2}\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)=$$

$$=\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)+x_2\frac{1}{x_1^2-x_2^2}\frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_1^2-x_2^2\right)=\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)-\frac{2x_2^2}{x_1^2-x_2^2}.$$

Полученные выражения подставим в левую часть уравнения:

$$\frac{1}{x_1}\frac{2x_1x_2}{x_1^2-x_2^2}+\frac{1}{x_2}\left[\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)-\frac{2x_2^2}{x_1^2-x_2^2}\right]=$$

$$=\frac{2x_2}{x_1^2-x_2^2}-\frac{2x_2}{x_1^2-x_2^2}+\frac{\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)}{x_2}=\frac{u(x_1,\ x_2)}{x_2^2}.$$

Таким образом, приходим к тождеству:

$$\frac{u(x_1,\ x_2)}{x_2^2}=\frac{u(x_1,\ x_2)}{x_2^2}.$$

То есть функция $u(x_1,\ x_2)=x_2\ln\left(x_1^2-x_2^2\right)$ удовлетворяет данному уравнению

$$\frac{1}{x_1}\frac{\partial u}{\partial x_1}+\frac{1}{x_2}\frac{\partial u}{\partial x_2}=\frac{u}{x_2^2}.\ \otimes$$

Частные производные функций нескольких переменных высших порядков

Пример 4.1.11. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных, заданной формулой:

$$u(x, y) = x^4 + 5x^2y^2 + 6xy + 5.$$

Р е ш е н и е. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = 4x^3 + 10xy^2 + 6y; \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = 10x^2y + 6x;$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = 12x^2 + 10y^2; \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = 10x^2;$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x}(x, y) = 20xy + 6. \otimes$$

Пример 4.1.12. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных

$$u(x, y) = e^x \ln y.$$

Р е ш е н и е. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = e^x \ln y; \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = \frac{e^x}{y};$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = e^x \ln y; \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = -\frac{e^x}{y^2};$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = \frac{e^x}{y}. \otimes$$

Пример 4.1.13. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных $u(x, y) = \sin(x + y)$.

Р е ш е н и е. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = \cos(x + y); \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = \cos(x + y);$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = -\sin(x+y);\ \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = -\sin(x+y);$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = -\sin(x+y). \otimes$$

Пример 4.1.14. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных

$$u(x_1, x_2) = x_1^{x_2}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим частные производные первого порядка:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = x_2 x_1^{x_2 - 1},\ \frac{\partial u}{\partial x_2} = x_1^{x_2} \ln x_1.$$

2) Находим частные производные второго порядка, дифференцируя частные производные первого порядка:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} = x_2(x_2 - 1)x_1^{x_2 - 2},$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_2 \partial x_1} = x_1^{x_2 - 1} + x_2 x_1^{x_2 - 1} \ln x_1 = x_1^{x_2 - 1}(1 + x_2 \ln x_1),$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} = x_2 x_1^{x_2 - 1} \ln x_1 + x_1^{x_2} \frac{1}{x_1} = x_1^{x_2 - 1}(1 + x_2 \ln x_1),$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} = x_1^{x_2} (\ln x_1)^2. \otimes$$

Дифференцируемость функций нескольких переменных

Пример 4.1.15. Вычислить полный дифференциал функции двух переменных, заданной формулой

$$z = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

в точке $M_0(1; -1)$.

Р е ш е н и е. Находим частные производные функции:

1) $\dfrac{\partial z}{\partial x} = -\dfrac{1}{2}\dfrac{2x}{\left(x^2+y^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\dfrac{x}{\left(x^2+y^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\dfrac{x}{\sqrt{\left(x^2+y^2\right)^3}},$

$\left.\dfrac{\partial z}{\partial x}\right|_{\substack{x=1\\y=-1}} = -\dfrac{1}{2^{\frac{3}{2}}} = -\dfrac{\sqrt{2}}{4};$

2) $\dfrac{\partial z}{\partial y} = -\dfrac{1}{2}\dfrac{2y}{\left(x^2+y^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\dfrac{y}{\left(x^2+y^2\right)^{\frac{3}{2}}} = -\dfrac{y}{\sqrt{\left(x^2+y^2\right)^3}},$

$\left.\dfrac{\partial z}{\partial y}\right|_{\substack{x=1\\y=-1}} = \dfrac{1}{2^{\frac{3}{2}}} = \dfrac{\sqrt{2}}{4};$

3) $dz\left(1,-1\right) = -\dfrac{\sqrt{2}}{4}dx + \dfrac{\sqrt{2}}{4}dy.\otimes$

Пример 4.1.16. Вычислить приближённо $\left(0{,}98\right)^{2{,}01}$.

Р е ш е н и е. Рассмотрим функцию $z = x^y$. В точке $\left(1;\,2\right)$ значение функции $z\left(1;\,2\right) = 1$. Вычислим значение функции в точке $\left(0{,}98;\,2{,}01\right)$. Имеем $\Delta x = -0{,}02$, $\Delta y = 0{,}01$. Находим частные производные функции $z = x^y$ в точке $\left(1;\,2\right)$:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = yx^{y-1} \Rightarrow \left.\frac{\partial z}{\partial x}\right|_{\substack{x=1\\y=2}} = 2;$$

$$\frac{\partial z}{\partial y} = x^y \ln x \Rightarrow \left.\frac{\partial z}{\partial x}\right|_{\substack{x=1\\y=2}} = 0.$$

Получаем:

$$\left(0{,}98\right)^{2{,}01} = z\left(1;\,2\right) + \left.\frac{\partial z}{\partial x}\right|_{\substack{x=1\\y=2}} \cdot \Delta x + \left.\frac{\partial z}{\partial y}\right|_{\substack{x=1\\y=2}} \cdot \Delta y = 1 - 0{,}04 = 0{,}96.\otimes$$

Пример 4.1.17. Найти дифференциал функции

$$f = f\left(x+y^2,\, y+x^2\right)$$

в точке $M\left(-1;\,1\right)$.

Р е ш е н и е. Обозначим, например,

$$u = x + y^2,\ v = y + x^2.$$

Для нахождения дифференциала используем формулу дифференциала и правило нахождения производной композиции функций:

$$df(u, v) = \frac{\partial f}{\partial x}dx + \frac{\partial f}{\partial y}dy = \left(\frac{\partial f}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial x}\right)dx + \left(\frac{\partial f}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial y}\right)dy;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial u}\cdot 1 + \frac{\partial f}{\partial v}\cdot 2x;$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u}\cdot 2y + \frac{\partial f}{\partial v}\cdot 1;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x}(M) = \frac{\partial f}{\partial u}(0;\ 2) - \frac{\partial f}{\partial v}(0;\ 2);$$

$$\frac{\partial f}{\partial y}(M) = \frac{\partial f}{\partial u}(0;\ 2) + \frac{\partial f}{\partial v}(0;\ 2).$$

Подставляя в выражение для полного дифференциала, получаем:

$$df(M) = \frac{\partial f}{\partial x}(M)dx + \frac{\partial f}{\partial y}(M)dy =$$

$$= \left[\frac{\partial f}{\partial u}(0;\ 2) - 2\frac{\partial f}{\partial v}(0;\ 2)\right]dx + \left[2\frac{\partial f}{\partial u}(0;\ 2) + \frac{\partial f}{\partial v}(0;\ 2)\right]dy. \otimes$$

Дифференциалы высших порядков

Пример 4.1.18. Найти дифференциал второго порядка функции

$$f = f(x + y,\ xy).$$

Р е ш е н и е. Обозначим $u = x + y$, $v = xy$. Теперь находим:

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u}(x + y,\ xy) + \frac{\partial f}{\partial v}(x + y,\ xy)\cdot y;$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial u}(x + y,\ xy) + \frac{\partial f}{\partial v}(x + y,\ xy)\cdot x;$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial v \partial u} \cdot x + \frac{\partial^{f\,2}}{\partial u \partial v} \cdot y + \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \cdot xy + \frac{\partial f}{\partial v} =$$

$$= \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + (x+y)\frac{\partial^{f\,2}}{\partial u \partial v} + xy\frac{\partial^2 f}{\partial v^2} + \frac{\partial f}{\partial v};$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial v \partial u} \cdot x + \frac{\partial^{f\,2}}{\partial u \partial v} \cdot x + \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \cdot x^2 =$$

$$= \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + 2x\frac{\partial^{f\,2}}{\partial u \partial v} + x^2\frac{\partial^2 f}{\partial v^2}. \otimes$$

Производные сложных и неявно заданных функций

Пусть функция $u = f(x, y)$ задана ***параметрическим способом***, то есть, с помощью формул

$$x = \varphi(t),\ y = \psi(t).$$

Тогда функция u является функцией одного переменного t:

$$u = f(\varphi(t), \psi(t)).$$

Пусть функции $x = \varphi(t)$ и $y = \psi(t)$ дифференцируемы в некоторой точке t, то есть, существуют производные

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\varphi(t+\Delta t) - \varphi(t)}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}(t),$$

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\psi(t+\Delta t) - \psi(t)}{\Delta t} = \frac{d\psi}{dt}(t).$$

Если функция $u = f(x, y)$ дифференцируема, то придавая переменной t приращение Δt, видим, что все функции получат соответствующие приращения Δx, Δy и Δu, причём по определению дифференцируемости

$$\Delta u = f(x+\Delta x, y+\Delta y) - f(x, y) =$$

$$= \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \cdot \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \cdot \Delta y + \alpha \cdot \Delta x + \beta \cdot \Delta y$$

где $\lim\limits_{\Delta t \to 0} \alpha = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \beta = 0$. Из последнего равенства вытекает, что

$$\frac{du}{dt}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta u}{\Delta t}=\lim_{\Delta t\to 0}\left\{\frac{\partial f}{\partial x}(x,\,y)\cdot\frac{\Delta x}{\Delta t}+\frac{\partial f}{\partial y}(x,\,y)\cdot\frac{\Delta y}{\Delta t}+\alpha\cdot\frac{\Delta x}{\Delta t}+\beta\cdot\frac{\Delta y}{\Delta t}\right\}=$$

$$=\frac{\partial f}{\partial x}(x,\,y)\cdot\frac{dx}{dt}+\frac{\partial f}{\partial y}(x,\,y)\cdot\frac{dy}{dt}.$$

Итак, имеем формулу:

$$\frac{du}{dt}=\frac{\partial f}{\partial x}(x,\,y)\cdot\frac{dx}{dt}+\frac{\partial f}{\partial y}(x,\,y)\cdot\frac{dy}{dt}.$$

Если $x=\varphi(t,\,s)$ и $y=\psi(t,\,s)$, то имеем две формулы:

$$\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t},$$

$$\frac{\partial u}{\partial s}=\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial s}+\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial s}.$$

Пример 4.1.19. Найти $\frac{dz}{dt}$, если

$$z=x^3-x^2y,\ x=1-t^2,\ y=t^4.$$

Р е ш е н и е. Находим непосредственно:

$$\frac{dz}{dt}=\frac{\partial z}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{\partial z}{\partial y}\frac{dy}{dt}=\left(3x^2-2xy\right)2t+\left(-x^2\right)4t^3=$$

$$=4t^7+2t^6+8t^5+4t^4-4t^3-12t^2+2t.\otimes$$

Пример 4.1.20. Найти $\frac{du}{dt}$, если

$$u=\ln\frac{x_1-x_2+x_3}{x_1^2+x_2^2+x_3^2}+\sin(x_1+x_2+x_3),$$

$$x_1=a\sin t,\ x_2=b\cos t,\ x_3=ce^{-kt},$$

где $a,\,b,\,c,\,k$ – некоторые постоянные.

Пример 4.1.21. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$ и $\frac{\partial z}{\partial s}$ для функции $z=x^3e^y$, если

$$x=ts,\ y=t^2-s^2.$$

Р е ш е н и е.

$$1)\ \frac{\partial z}{\partial t}=\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial z}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t}=e^{t^2-s^2}t^2s^3\left(3+2t^2\right).$$

$$2)\ \frac{\partial z}{\partial s}=\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial s}+\frac{\partial z}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial s}=e^{t^2-s^2}t^3s^2\left(3-2s^2\right).\otimes$$

Пусть функция $y=f\left(x\right)$ ***задана неявно посредством уравнения***

$$F\left(x,\,y\right)=0,$$

тогда её производная находится с использованием правила дифференцирования сложной функции путём прямого дифференцирования уравнения, определяющего функцию:

$$\frac{\partial F}{\partial x}\left(x,\,y\right)+\frac{\partial F}{\partial y}\left(x,\,y\right)\frac{dy}{dx}=0,$$

где учтено, что $\frac{dx}{dx}=1$. Если $\frac{\partial F}{\partial y}\left(x,\,y\right)\neq 0$, то получаем

$$\frac{dy}{dx}=-\frac{\frac{\partial F}{\partial x}\left(x,\,y\right)}{\frac{\partial F}{\partial y}\left(x,\,y\right)}.$$

Пусть теперь уравнение

$$F\left(x,\,y,\,u\right)=0$$

задаёт функцию двух переменных $u=\varphi\left(x,\,y\right)$. Тогда

$$\frac{\partial u}{\partial x}=-\frac{\frac{\partial F}{\partial x}}{\frac{\partial F}{\partial u}},\ \frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{\frac{\partial F}{\partial y}}{\frac{\partial F}{\partial u}}.$$

Пример 4.1.22. Найти частные производные функции $z=z\left(x,\,y\right)$, заданной неявно уравнением

$$x^2+y^2+z^2+2xy-4y-1=0.$$

Р е ш е н и е. Здесь

$$F\left(x,\,y,\,z\right)=x^2+y^2+z^2+2xy-4y-1,$$

следовательно, имеем:

$$\frac{\partial F}{\partial x}=2x+2y;\frac{\partial F}{\partial y}=2x+2y-4;\ \frac{\partial F}{\partial z}=2z.$$

Используя формулы дифференцирования неявно заданной функции, получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial x}=-\frac{F'_x}{F'_z}=-\frac{x+y}{z};\ \frac{\partial z}{\partial y}=-\frac{F'_y}{F'_z}=\frac{2-x-y}{z}.\otimes$$

Практическое занятие 2. Исследование функции нескольких переменных

Градиент функции и производная по направлению

Пример 4.2.1. Найти $\vec{grad}\ f$ и $\left\|\vec{grad}\ f\right\|$ для функции, определённой формулой

$$f(x,y,z)=x^2+y^2-z^2$$

в точке $M_0(1;-1;2)$.

Р е ш е н и е. Находим частные производные и их значение в указанной точке:

$$\frac{\partial f}{\partial x}(x,y,z)=2x,\ \frac{\partial f}{\partial y}(x,y,z)=2y,\ \frac{\partial f}{\partial z}(x,y,z)=-2z;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x}(1,-1,2)=2,\ \frac{\partial f}{\partial y}(1,-1,2)=-2,\ \frac{\partial f}{\partial z}(1,-1,2)=-4.$$

Теперь имеем:

$$\vec{grad}\ f\left(M_0\right)=2\vec{e}_1-2\vec{e}_2-4\vec{e}_3,$$

$$\left\|\vec{grad}\ f\right\|=\sqrt{4+4+16}=2\sqrt{6}.\otimes$$

Пример 4.2.2. Найти производную функции, заданной формулой

$$u(x,y,z)=x^2-2xz+y^2$$

в точке $M_0(1;2;-1)$ по направлению вектора $\vec{M_0M}$, где $M(2;4;-3)$.

Р е ш е н и е. Находим вектор

$$\vec{M_0M}: \vec{M_0M} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Далее, находим градиент функции в произвольной точке и в точке $M_0(1;\ 2;\ -1)$:

$$\vec{grad}\,u = \frac{\partial u}{\partial x}\vec{e}_1 + \frac{\partial u}{\partial y}\vec{e}_2 + \frac{\partial u}{\partial z}\vec{e}_3 = (2x - 2z)\vec{e}_1 + 2y\vec{e}_2 - 2x\vec{e}_3,$$

$$\vec{grad}\,u(M_0) = 4\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Находим производную по направлению вектора $\vec{M_0M}$:

$$\frac{\partial u}{\partial \vec{M_0M}}(M_0) = \frac{\left(\vec{grad}\,u\Big|_M, \vec{M_0M}\right)}{\left\|\vec{M_0M}\right\|} = \frac{\begin{pmatrix}4 & 4 & -2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1\\2\\-2\end{pmatrix}}{\sqrt{1+4+4}} =$$

$$= \frac{4+8+4}{\sqrt{9}} = \frac{16}{3}. \otimes$$

Экстремум функции двух переменных

Пример 4.2.3. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$z(x,\ y) = x^2 + xy + y^2 - 2x - 3y.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим критические точки:

$$\begin{cases} z'_x = 0, \\ z'_y = 0, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2x + y = 2, \\ x + 2y = 3. \end{cases}$$

Решение СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/3 \\ 4/3 \end{pmatrix}.$$

Имеем одну критическую точку $M_0\left(\frac{1}{3};\ \frac{4}{3}\right)$.

2) Вычисляем определитель:

$$D=\begin{vmatrix} \dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) & \dfrac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}(M_0) \\ \dfrac{\partial^2}{\partial x\partial y}(M_0) & \dfrac{\partial^2 z}{\partial y^2}(M_0) \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix}=3>0.$$

Точка $M\left(\frac{1}{3};\frac{4}{3}\right)$ является точкой экстремума. Так как

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0)>0,$$

то точка $M_0\left(\frac{1}{3};\frac{4}{3}\right)$ является точкой локального **минимума**.

3) Находим значение функции в точке локального минимума:

$$z(M_0)=\left(\frac{1}{3}\right)^2+\frac{1}{3}\cdot\frac{4}{3}+\left(\frac{4}{3}\right)^2-\frac{2}{3}-\frac{12}{3}=-\frac{7}{3}.\otimes$$

Пример 4.2.4. Исследовать на экстремуму функцию, заданную формулой:

$$z(x,\,y)=x^2+y^2+\frac{(x+2y-16)^2}{2}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим критические точки:

$$\begin{cases} z_x'=0, \\ z_y'=0, \end{cases}\Rightarrow\begin{cases} 3x+2y=16, \\ x+3y=16. \end{cases}$$

Эта СЛАУ имеет решение:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 16/7 \\ 32/7 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, имеем одну критическую точку $M_0\left(\frac{16}{7};\frac{32}{7}\right)$.

2) Вычисляем определитель:

$$D=\begin{vmatrix} \dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) & \dfrac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}(M_0) \\ \dfrac{\partial^2}{\partial x\partial y}(M_0) & \dfrac{\partial^2 z}{\partial y^2}(M_0) \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 6 \end{vmatrix}=14>0.$$

Точка $M_0\left(\frac{16}{7};\frac{32}{7}\right)$ является точкой локального экстремума. Так как

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0)>0,$$

то точка $M_0\left(\frac{16}{7};\frac{32}{7}\right)$ является точкой локального **минимума**.

3) Находим значение функции в точке локального минимума:

$$z(M_0)\approx 36{,}6.\ \otimes$$

Практическое занятие 3. Числовые ряды

Непосредственное вычисление суммы числового ряда

Пример 4.3.1. Найти сумму ряда

$$\frac{1}{1\cdot 2}+\frac{1}{2\cdot 3}+\frac{1}{3\cdot 4}+\ldots+\frac{1}{n\cdot(n+1)}+\ldots.$$

Р е ш е н и е. Общий член ряда равен

$$a_n=\frac{1}{n\cdot(n+1)}=\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}.$$

Следовательно, для последовательности частичных сумм ряда имеем

$$s_n=\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{2}\right)+\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)+\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{4}\right)+\ldots+\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right)\ldots=1-\frac{1}{n+1}.$$

Сумма ряда находится путём непосредственного предельного перехода:

$$\lim_{n\to\infty}s_n=\lim_{n\to\infty}\left(1-\frac{1}{n+1}\right)=1.\ \otimes$$

Пример 4.3.2. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{4n^2-1}$.

Р е ш е н и е. Общий член ряда можно представить в виде:

$$a_n=\frac{1}{4n^2-1}=\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{2n-1}-\frac{1}{2n+1}\right).$$

Записывая общий член последовательности частичных сумм ряда в виде

$$s_n=\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{3}\right)+\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{5}\right)+\ldots+\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{2n-1}-\frac{1}{2n+1}\right)=\frac{1}{2}-\frac{1}{2(2n+1)}$$

и переходя непосредственно к пределу, получаем:

$$\lim_{n\to\infty}s_n=\lim_{n\to\infty}\left[\frac{1}{2}-\frac{1}{2(2n+1)}\right]=\frac{1}{2}.\ \otimes$$

Пример 4.3.3. Найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2^{n-1}}=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\ldots+\frac{1}{2^{n-1}}+\ldots.$$

Р е ш е н и е. Имеем геометрическую прогрессию, которая в силу неравенства $q=\frac{1}{2}<1$ сходится и имеет сумму

$$S=\frac{1}{1-q}=2.\ \otimes$$

Необходимый признак сходимости

Пример 4.3.4. Проверить выполнение необходимого признака сходимости для ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2n-1}$.

Р е ш е н и е. Вычисляя предел последовательности членов ряда, имеем

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{2n-1}=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{n}}{2-\frac{1}{n}}=\frac{0}{2}=0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется. $\otimes$

Пример 4.3.5. Проверить выполнение необходимого признака сходимости для ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n}{n^2+1}$.

Р е ш е н и е. Вычисляя предел последовательности членов ряда, имеем

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^2+1}=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{n^2}}{1+\frac{1}{n^2}}=\frac{0}{1}=0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется. ⊗

Признак сравнения

Пример 4.3.6. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{1+2^{2n}}$.

Р е ш е н и е. Для почти всех n выполняется неравенство

$$\frac{2^n}{1+2^{2n}}<\frac{2^n}{2^{2n}}=\frac{1}{2^n}.$$

Следовательно, ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{1+2^{2n}}$ является минорантой ряда геометрической прогрессии $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2^n}$, который сходится, так как $q=\frac{1}{2}<1$.

Следовательно, ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{1+2^{2n}}$ по признаку сравнения сходится. ⊗

Пример 4.3.7. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)}$.

Р е ш е н и е. Проверяем выполнение необходимого признака сходимости:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)}=0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется.

Общий член ряда удовлетворяет следующим условиям: $(\forall n\in N)$

$$-1 \le \sin n \le 1;\ 1 < 2 + \sin n < 3;\ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} > 0.$$

Имеем ряд с положительными членами, для которого можно применить признак сравнения.

Предположим, что ряд сходится, и попробуем подтвердить это предположение. Для этого заметим, что

$$\sqrt{n^3+1} < 2n^{3/2}.$$

Поэтому имеем:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} < \frac{2n^{3/2}}{n^2} = \frac{2}{n^{1/2}}.$$

Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n^{1/2}}$ является так называемым обобщённым гармоническим рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a}{n^{\alpha}}$, который при $0 < \alpha < 1$ расходится. Поэтому предположение о сходимости исходного ряда подтвердить не удалось.

Предположим, что ряд расходится, и попробуем подтвердить это предположение. Для этого заметим, что

$$\sqrt{n^3+1} > \sqrt{n^3}.$$

Поэтому имеем:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} \ge \frac{n^{3/2}}{3n^2} = \frac{1}{3n^{1/2}}.$$

Так как обобщённый гармонический ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3n^{1/2}}$ расходится, то и исходный ряд также расходится. $\otimes$

Признак Даламбера

Пример 4.3.8. Выяснить вопрос о сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n}}{2^n}$.

Р е ш е н и е. Находя отношение $\frac{a_{n+1}}{a_n}$, получаем:

$$a_n = \frac{\sqrt{n}}{2^n}, a_{n+1} = \frac{\sqrt{n+1}}{2^{n+1}};$$

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{\sqrt{n+1}\cdot 2^n}{2^n \cdot 2 \cdot \sqrt{n}} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{n+1}}{\sqrt{n}} = \frac{1}{2}\cdot\sqrt{\frac{n+1}{n}} = \frac{1}{2}\cdot\sqrt{1+\frac{1}{n}}.$$

Очевидно, что для всех n выполняется неравенство $\frac{a_{n+1}}{a_n} < 1$. Поэтому ряд сходится по признаку Даламбера. ⊗

Пример 4.3.9. Выяснить вопрос о сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^n}{n!}$.

Р е ш е н и е. Находя отношение $\frac{a_{n+1}}{a_n}$, получаем:

$$a_n = \frac{n^n}{n!}, a_{n+1} = \frac{(n+1)^{n+1}}{(n+1)!};$$

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{(n+1)^{n+1}\cdot n!}{(n+1)!\cdot n^n} = \frac{(n+1)^n}{n^n} = \left(1+\frac{1}{n}\right)^n.$$

Очевидно, что для всех n выполняется неравенство

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \left(1+\frac{1}{n}\right)^n > 1.$$

Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^n}{n!}$ по признаку Даламбера расходится. ⊗

Знакопеременные ряды

Пример 4.3.10. Выяснить вопрос о сходимости знакочередующегося ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{1}{n}.$$

Р е ш е н и е. Члены ряда по абсолютной величине монотонно убывают:

$$1 > \frac{1}{2} > \frac{1}{3} > \frac{1}{4} > \ldots.$$

Последовательность абсолютных величин членов ряда сходится к нулю:

$$\lim_{n\to\infty}|a_n| = \lim_{n\to\infty}\left|(-1)^{n-1}\frac{1}{n}\right| = \lim_{n\to\infty}\frac{1}{n} = 0.$$

Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{1}{n}$ по признаку Лейбница сходится. ⊗

Пример 4.3.11. Оценить ошибку, допускаемую при замене суммы ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{1}{n}$$

суммой четырёх его первых членов.

Р е ш е н и е. Ряд сходится (см. предыдущую задачу). Ошибка, получающаяся при замене суммы ряда суммой четырёх его первых членов, меньше абсолютной величины пятого члена: $\Delta < 0{,}2$. ⊗

Пример 4.3.12. Выяснить вопрос о типе сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{1}{n!}$.

Р е ш е н и е. Ряд сходится (см. задачу 8.11). Рассмотрим ряд, составленный из абсолютных величин членов данного ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n!}$. Вычисляем отношение

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{n!}{(n+1)!} = \frac{1}{n+1}.$$

Для всех n, очевидно, имеет место неравенство

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{1}{n+1} < 1.$$

Поэтому ряд сходится абсолютно. ⊗

Пример 4.3.13. Выяснить вопрос о типе сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{1}{\sqrt[3]{n}}$.

Р е ш е н и е. Ряд знакочередующийся, последовательность его членов монотонно убывает и сходится к нулю. Поэтому ряд сходится по признаку Лейбница.

Рассмотрим ряд, составленный из абсолютных величин его членов, то есть ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{\sqrt[3]{n}}$.

Сравнивая его с гармоническим рядом, замечаем, что для почти всех n (начиная с $n=2$) каждый член этого ряда больше соответствующего члена гармонического ряда:

$$\frac{1}{\sqrt[3]{n}} > \frac{1}{n}.$$

Так как гармонический ряд расходится, то по признаку сравнения расходится и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$. Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$ не является абсолютно сходящимся, то есть сходится условно. ⊗

Практическое занятие 4. Функциональные и степенные ряды

Функциональные ряды

Пример 4.4.1. Исследовать сходимость функционального ряда

$$\frac{4-x}{7x+2} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2}\right)^2 + \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2}\right)^3 + \ldots + \frac{1}{2n-1} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2}\right)^n + \ldots$$

в точках $x_1 = 0$ и $x_2 = 1$.

Р е ш е н и е. 1) В точке $x_1 = 0$ имеем

$$2 + \frac{1}{3} \cdot 2^2 + \frac{1}{5} \cdot 2^3 + \ldots + \frac{1}{2n-1} \cdot 2^n + \ldots.$$

Это ряд с положительными членами. Применим признак Даламбера:

$$u_n = \frac{2^n}{2n-1};\ u_{n+1} = \frac{2^{n+1}}{2n+1};$$

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{2^{n+1}}{2n+1} \cdot \frac{2n-1}{2^n} = 2 \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = 2 \cdot \frac{2n+1-2}{2n+1} = 2 \cdot \left(1 - \frac{2}{2n+1}\right) > 1.$$

Поэтому в точке $x_1 = 0$ ряд расходится.

2) В точке $x_2 = 1$ имеем

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3^3} + \ldots + \frac{1}{2n-1} \cdot \frac{1}{3^n} + \ldots.$$

Применяем признак Даламбера:

$$u_n = \frac{1}{3^n \cdot (2n-1)};\ u_{n+1} = \frac{1}{(2n+1) \cdot 3^{n+1}};$$

$$\frac{u_{n+1}}{u_n}=\frac{(2n-1)\cdot 3^n}{(2n+1)\cdot 3^{n+1}}=\frac{1}{3}\cdot\frac{2n-1}{2n+1}=\frac{1}{3}\cdot\frac{2n+1-2}{2n+1}=\frac{1}{3}\cdot\left(1-\frac{2}{2n+1}\right)<1.$$

Поэтому в точке $x_2=1$ ряд сходится. $\otimes$

Пример 4.4.2. Найти промежуток сходимости и сумму ряда

$$1+e^{-x}+e^{-2x}+\ldots+e^{-(n-1)x}+\ldots.$$

Р е ш е н и е. В точке $x=0$ не выполняется необходимый признак сходимости и ряд, очевидно, расходится. Рассмотрим промежутки $(-\infty,\,0)$ и $(0,\,\infty)$.

1) На промежутке $(-\infty,\,0)$ имеем:

$$\lim_{n\to\infty}u_n=\lim_{n\to\infty}e^{-(n-1)x}=\lim_{n\to\infty}e^{(n-1)\cdot(-x)}=\{-x=t\}=\lim_{n\to\infty}e^{(n-1)t},$$

где $t\in(0,\infty)$. Поэтому $\lim\limits_{n\to\infty}u_n=\lim\limits_{n\to\infty}e^{(n-1)t}\neq 0$. Снова не выполняется необходимый признак сходимости. Ряд на промежутке $(-\infty,\,0)$ расходится.

2) На промежутке $(0,\,\infty)$ выполняется необходимый признак сходимости. Далее имеем:

$$\frac{u_{n+1}}{u_n}=\frac{e^{-nx}}{e^{-(n-1)x}}=\frac{e^{(n-1)x}}{e^{nx}}=e^{-x}=\frac{1}{e^x}.$$

На $(0,\,\infty)$ всегда $\dfrac{1}{e^x}<1$. Поэтому ряд сходится.

Перепишем ряд в виде:

$$1+\frac{1}{e^x}+\left(\frac{1}{e^x}\right)^2+\ldots+\left(\frac{1}{e^x}\right)^n+\ldots.$$

Имеем геометрическую прогрессию со знаменателем $q=\dfrac{1}{e^x}<1$. Поэтому сумма ряда равна

$$S=\frac{1}{1-q}=\frac{1}{1-\frac{1}{e^x}}=\frac{e^x}{e^x-1}.\ \otimes$$

Пример 4.4.3. Исследовать сходимость степенного ряда

$$x+\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{3}x^3+\ldots+\frac{1}{n}x^n+\ldots.$$

Р е ш е н и е. Здесь

$$a_n=\frac{1}{n},\ a_{n+1}=\frac{1}{n+1}.$$

Радиус сходимости

$$R=\lim_{n\to\infty}\left|\frac{a_n}{a_{n+1}}\right|=\lim_{n\to\infty}\frac{n+1}{n}=1.$$

Ряд сходится в промежутке $-1<x<1.$

Если $x=1$, имеем гармонический ряд $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$, который расходится.

Если $x=-1$, то получаем ряд

$$-1+\frac{1}{2}-\frac{1}{3}+\frac{1}{4}-\ldots.$$

Это ряд Лейбница и, следовательно, он сходится.

Таким образом, областью сходимости данного ряда является промежуток $x\in[-1,1)$, который можно задать двойным неравенством $-1\le x<1.\otimes$

Пример 4.4.4. Исследовать сходимость ряда

$$(x-2)+\frac{1}{2^2}(x-2)^2+\frac{1}{3^2}(x-2)^3+\ldots+\frac{1}{n^2}(x-2)^n+\ldots.$$

Р е ш е н и е. Коэффициенты ряда выражаются формулами:

$$a_n=\frac{1}{n^2};\ a_{n+1}=\frac{1}{(n+1)^2}.$$

Поэтому радиус сходимости

$$r=\lim_{n\to\infty}\frac{(n+1)^2}{n^2}=\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^2=\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{2}{n}+\frac{1}{n^2}\right)=1.$$

Таким образом, ряд сходится, если

$$-1<x-2<1\Rightarrow 1<x<3.$$

На левом конце промежутка сходимости $x=1$ имеем ряд

$$-1+\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}+\frac{1}{4^2}-\ldots.$$

Это знакочередующийся ряд Лейбница, который сходится, так как сходится ряд из абсолютных величин его членов.

На правом конце промежутка сходимости $x=3$ имеем ряд

$$1+\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{4^2}+\ldots.$$

Этот ряд сходится, так как при $p>1$ сходится ряд

$$1+\frac{1}{2^p}+\frac{1}{3^p}+\frac{1}{4^p}+\ldots,$$

что является табличным фактом.

Степенной ряд сходится для значений x, удовлетворяющих двойному неравенству $1\le x\le 3.\otimes$

Пример 4.4.5. Исследовать сходимость ряда

$$1!(x-5)+2!(x-5)^2+3!(x-5)^3+\ldots+n!(x-5)^n+\ldots.$$

Р е ш е н и е. Коэффициенты ряда

$$a_n=n!;\ a_{n+1}=(n+1)!.$$

Поэтому радиус сходимости

$$r=\lim_{n\to\infty}\frac{n!}{(n+)!}=\lim_{n\to\infty}\frac{1\cdot 2\cdot 3\cdot\ldots\cdot n}{1\cdot 2\cdot 3\cdot\ldots\cdot n\cdot(n+1)}=\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n+1}=0.$$

Ряд сходится только при $x-5=0$, то есть в точке $x=5.\otimes$

Пример 4.4.6. Показать, что ряд $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot n}{x^4+n^2}$ сходится равномерно на промежутке $(-\infty,\infty).$

Р е ш е н и е. Выпишем несколько первых членов ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot n}{x^4+n^2}=-\frac{1}{x^4+1^2}+\frac{2}{x^4+2^2}-\frac{3}{x^4+3^2}+\ldots.$$

Имеем знакочередующийся ряд, причём

$$|u_1|=\frac{1}{x^4+1}>|u_2|=\frac{2}{x^4+4}>|u_3|=\frac{3}{x^4+9}>\ldots.$$

Применим признак Лейбница:

$$\lim_{n\to\infty}\left|\frac{(-1)^n\cdot n}{x^4+n^2}\right| = \lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{n}}{\left(\frac{x^2}{n}\right)^2+1} = 0.$$

Ряд сходится для любых $x\in(-\infty,\infty)$.

Для остатка ряда имеем

$$|r_n| = \left|\sum_{n=m+1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot n}{x^4+n^2}\right| < |u_{m+1}| = \left|\frac{(-1)^{(m+1)}\cdot(m+1)}{x^4+(m+1)^2}\right| < \frac{1}{m+1},$$

так как $x^4>0$. Рассмотрим неравенство $\frac{1}{m+1}<\varepsilon$. Из этого неравенства получаем $m>\frac{1}{\varepsilon}-1$. Если теперь мы выберем $m_0=\left[\frac{1}{\varepsilon}-1\right]+1$, то $(\forall m\ge m_0)$ получаем $|r_m|<\frac{1}{m+1}<\varepsilon$. Таким образом, ряд сходится на $(-\infty,\infty)$ независимо от x, то есть равномерно по $x\in(-\infty,\infty)$. $\otimes$

Ряд Тейлора (Маклорена)

Пример 4.4.7. Разложить функцию

$$f(x)=\frac{3}{2-x-x^2}$$

по степеням x $(x_0=0)$ в ряд Тейлора.

Р е ш е н и е. Данную функцию разложим на элементарные дроби:

$$f(x)=\frac{3}{2-x-x^2}=\frac{1}{1-x}+\frac{1}{x+2}.$$

Теперь можно использовать готовое табличное разложение

$$\frac{1}{1-t}=1+t+t^2+t^3+\ldots=\sum_{n=0}^{\infty}t^n,\ t\in(-1,1).$$

Применяя это разложение, получаем:

$$\frac{1}{1-x}=1+x+x^2+x^3+\ldots=\sum_{n=0}^{\infty}x^n;$$

$$\frac{1}{x+2}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{1+\frac{x}{2}}=\frac{1}{2}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n x^n}{2^n}=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n x^n}{2^{n+1}},\ x\in(-2,2).$$

Получаем разложение для исходной функции:

$$f(x)=\frac{3}{2-x-x^2}=\sum_{n=0}^{\infty}\left(1+\frac{(-1)^n}{2^{n+1}}\right)x^n.$$

Область сходимости данного ряда – пересечение указанных областей сходимости:

$$M=(-1,1)\bigcap(-2,2)=(-1,1).\otimes$$

Пример 4.4.8. Разложить в ряд Маклорена функцию, определённую формулой $f(x)=\sin^2 x.$

Р е ш е н и е. Вычисляем производные данной функции:

$$f^{(0)}(x)=\sin^2 x;$$

$$f^{(1)}(x)=2\cdot\sin x\cdot\cos x=\sin 2x;$$

$$f^{(2)}(x)=2\cdot\cos 2x=2\cdot\sin\left(2x+\frac{\pi}{2}\right);$$

$$f^{(3)}(x)=-4\cdot\sin 2x=2^2\cdot\sin\left(2x+2\frac{\pi}{2}\right);$$

$$f^{(4)}(x)=-8\cdot\cos 2x=2^3\cdot\sin\left(2x+3\frac{\pi}{2}\right);$$

……;

$$f^{(n)}(x)=2^{n-1}\cdot\sin\left[2x+(n-1)\cdot\frac{\pi}{2}\right];$$

$$f^{(n+1)}(x)=2^n\cdot\sin\left[2x+n\cdot\frac{\pi}{2}\right];$$

……

Вычисляем производные в точке $x=0$:

$$f^{(0)}(0)=0;$$

$$f^{(1)}(0)=0;$$

$$f^{(2)}(0)=2;$$

$$f^{(3)}(0)=0;$$

$$f^{(4)}(0)=2^3;$$

$$f^{(5)}(0)=0;$$

$$f^{(6)}(0)=2^5;$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots.$$

Остаточный член в форме Лагранжа имеет вид

$$r_n=\frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!}\cdot x^{n+1}=\frac{2^n\cdot\sin\left(2\cdot\xi+\dfrac{n\cdot\pi}{2}\right)}{(n+1)!}\cdot x^{n+1}=$$

$$=\frac{1}{2}\cdot\frac{(2\cdot x)^{n+1}}{(n+1)!}\cdot\sin\left(2\cdot\xi+\frac{n\cdot\pi}{2}\right).$$

Так как

$$\lim_{n\to\infty}\frac{(2\cdot x)^{n+1}}{(n+1)!}=0,\ \left|\sin\left(2\cdot\xi+\frac{n\cdot\pi}{2}\right)\right|\le 1,$$

получаем $\lim\limits_{n\to\infty} r_n=0$. Поэтому функция $f(x)=\sin^2 x$ может быть разложена в ряд Маклорена

$$\sin^2 x=\frac{2}{2!}\cdot x^2-\frac{2^3}{4!}\cdot x^4+\frac{2^5}{6!}\cdot x^6-\frac{2^7}{8!}\cdot x^8+\ldots$$

на любом промежутке $[-b,b]$. $\otimes$

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дифференцируемость функций нескольких переменных

1. Найти частные производные первого порядка функций, заданных формулами:

1) $u(x,\ y)=x^3\sin y+y^4$; 2) $u(x,\ y)=x^2\sqrt{\dfrac{x+y}{x-y}}$.

2. Найти частные производные в заданных точках:

1) $u(x,\ y)=\dfrac{1-xy}{1+xy},\ A(0;1)$;

2) $u(x,\ y)=x\sqrt{y}+\dfrac{y}{\sqrt[3]{x}},\ A(1;1)$;

3) $u(x,\ y)=\ln\sqrt{x^2+y^2}\ ,\ A(\sqrt{2};1)$.

3. Найти полные дифференциалы следующих функций:

1) $u=\dfrac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}$; 2) $u=\ln\left(x_1+\sqrt{x_1^2+x_2^2}\right)$;

3) $u=\ln\sin(x_1-2x_2)$; 4) $u=x^2yz^4$; 5) $u=\ln\left(x^3-y^3+2z^3\right)$.

4. Пусть функция задана формулой $f(x,\ y)=x^2\sin^2 y$. Вычислить $df(x_0,\ y_0)$ в точке $(x_0,\ y_0)=\left(-1;\dfrac{\pi}{4}\right)$.

5. Вычислить значения полных дифференциалов функций, заданных формулами:

1) $u=\dfrac{x_2}{x_2-x_1},\ x_1=1,\ x_2=2,\ dx_1=\dfrac{1}{2},\ dx_2=-\dfrac{1}{3}$;

2) $u=\dfrac{z}{\sqrt{x^2+y^2}}$,

$x=3,\ y=4,\ z=5,\ dx=-0{,}1,\ dy=0{,}3,\ dz=0{,}2$.

6. Вычислить приближённое значение выражения $(1{,}02)^3\cdot(0{,}97)^2$.

7. Найти $\dfrac{du}{dt}$, если $u=e^{x-3y},\ x=\sin t,\ y=t^2$.

8. Найти $\dfrac{\partial f}{\partial u},\ \dfrac{\partial f}{\partial v}$, если $f=\ln\left(x^2+y^2\right),\ x=uv,\ y=\dfrac{u}{v}$.

9. Функция задана уравнением $e^u = \cos x \cos y$. Найти $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial y}$.

28. Найти производную функции

$$u = x^2 + y^2 - 3x + 2y$$

по направлению радиус-вектора точки $M(3; 4)$ в начале координат.

29. Найти производную функции, определённой формулой

$$u = \frac{x_1 x_2 x_3}{3},$$

в точке $M_0(1; 2; 3)$ по направлению вектора $\overrightarrow{M_0 M}$, если $M(4; 1; 6)$.

30. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$f(x, y) = 3x_1 + 6x_2 - x_1^2 - x_1 x_2 - x_2^2.$$

31. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$f(x, y) = e^{\frac{x}{2}}\left(x + y^2\right).$$

32*). Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой

$$z = x^2 + y^2$$

при условии, что $\frac{x}{4} + \frac{y}{3} = 1.$

33*). Найти наибольшее и наименьшее значения функции, заданной формулой

$$f(x, y) = xy$$

в круге $x^2 + y^2 \le 1.$

Числовые ряды

34. Выяснить вопрос о сходимости и найти суммы рядов:

1) $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \ldots$; 2) $1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{9} - \frac{1}{27} + \ldots$;

3) $1 + \frac{1}{\sqrt[3]{2}} + \frac{1}{\sqrt[3]{4}} + \frac{1}{\sqrt[3]{8}} + \ldots$; 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{6}{n^2 + 5n + 6}$;

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{3}{n^2-5n+6}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{30}{25n^2+5n-6}$;

7) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{90}{4n^2+8n-5}$; 8) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{18}{n^2+3n}$; 9) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{3}{9n^2-3n-2}$;

10) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4}{4n^2-1}$; 11) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{16}{16n^2-8n-3}$; 12) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{60}{(2n+1)(2n+3)(2n+5)}$.

35. Проверить, выполнение необходимого признака сходимости для рядов:

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2n-1}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n+1}{2n+1}$;

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n}{n^2+1}$; 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)}$;

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(4-n)^3-(2-n)^3}{(1-n)^2-(2+n)^4}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(3-n)^3-(2-n)^3}{(1-n)^3-(1+n)^3}$.

36. Исследовать сходимость ряда, используя признак сравнения:

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{1+2^{2n}}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{n\cdot(1+2^n)}$;

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4-2\sin n}{n-\ln n}$; 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2+\cos n}{n^2+3}$;

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2\ln n}{n^3-2}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\ln n}{\sqrt[4]{n^9}}$;

7) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\ln n}{\sqrt[3]{n+3}}$; 8) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\cos^2 n}{n^2+1}$;

9) $\sum_{n=1}^{\infty}\ln\frac{n^3+6}{n^3+5}$; 10) $\sum_{n=1}^{\infty}n\ln\frac{n^4+3}{n^4+2}$;

11) $\sum_{n=1}^{\infty}n\ln\frac{3^n+n}{7^n+2n}$; 12) $\sum_{n=1}^{\infty}n^2\left(e^{\frac{1}{2n^3}}-1\right)$.

37. Исследовать сходимость ряда, используя признак Даламбера:

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n!}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n}{n^5}$; 3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n}{(n!)^3}$;

4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(3n+2)!}{2^n(2n+5)!}$; 5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n(n^5-1)}{n!}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n n!}{(2n)!}$;

7) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n n!}{(2n)!}$; 8) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n n!}{n^n}$.

38. Исследовать сходимость ряда, используя радикальный признак Коши:

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{3n^2+1}{2n^2+1}\right)^{n^2}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{2n^3+n}{3n^3-1}\right)^{n^2}$;

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{5n-3}{7n+1}\right)^{n^3}$; 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{3n+1}{5n+3}\right)^{n}$;

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{n}\left(\frac{n}{2n+1}\right)^{2n}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2 3^n}{5^{n+1}}$.

39. Исследовать сходимость знакопеременного ряда и выяснить тип сходимости (абсолютная или условная):

1) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{3n-2}{3n-1}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\left(1+\frac{n}{10^n}\right)$;

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{n+1}{n^2+n+1}$.

Функциональные ряды

40. Исследовать сходимость функциональных рядов в указанных точках:

1) $\frac{3x+1}{x^2+x+1}+\left(\frac{3x+1}{x^2+x+1}\right)^2+\ldots+\left(\frac{3x+1}{x^2+x+1}\right)^n+\ldots,$

$x=1,\ x=2,\ x=3;$

2) $\frac{1!}{1}\left(x^2-4x+6\right)+\frac{2!}{2^2}\left(x^2-4x+6\right)^2+\ldots+\frac{n!}{n^2}\left(x^2-4x+6\right)^n+\ldots,$

$x=1,\ x=2,\ x=3.$

41. Найти область сходимости функционального ряда

1) $\frac{1}{1+x^2}+\frac{1}{2^2\left(1+x^2\right)^2}+\ldots+\frac{1}{n^2\left(1+x^2\right)^n}+\ldots;$

2) $1+\frac{1}{2^x}+\frac{1}{3^x}+\ldots+\frac{1}{n^x}+\ldots;$

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{n\left(x^2-6x+10\right)^n};$

4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{3^n}{n\left(x^2-5x+9\right)^n};$

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4^n}{n^2\left(x^2+3\right)^n};$

6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n}{n\left(x^2-4x+8\right)^n};$

7) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{6^n}{n^2\left(x^2-2x+6\right)^n};$

8) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2}{\left(n+\sqrt{n}\right)^x}.$

42. Найти радиус и промежуток сходимости степенного ряда:

1) $\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+\ldots+\frac{x^n}{n!}+\ldots;$

2) $1+\frac{x^3}{10}+\frac{x^6}{10^2}+\ldots+\frac{x^{3(n-1)}}{10^{n-1}}+\ldots;$

3) $2x^5+\frac{4x^{10}}{3}+\frac{8x^{15}}{5}+\ldots+\frac{2^n x^{5n}}{2n-1}+\ldots;$

4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^{n(n-1)/2}}{n!};$

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-2)^n}{n\cdot 9^n};$

6) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+5)^{2n}}{4^n};$

7) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+1)^n}{(n+1)2^n};$

8) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt{n}(x+3)^n}{n^2+1};$

9) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-3)^{2n-1}}{(2n^3+3n)4^n};$

10) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n(x+2)^n}{(n+1)^2 3^n}.$

43. Разложить данную функцию в ряд Тейлора в окрестности данной точки, или в ряд Маклорена в окрестности нуля;

1) $f(x)=\frac{x}{\sqrt{9+x^2}};$

2) $f(x)=\frac{x}{3+2x};$

3) $f(x)=\sqrt[4]{16+x};$

4) $f(x)=2^x;$

5) $f(x)=\cos^2 x;$

6) $f(x)=e^{-x^2};$

7) $f(x)=\frac{1}{x}$ по степеням $x-2$;

8) $f(x)=3^x$;

9) $f(x)=e^{-2x}$;

10) $f(x)=\sqrt{x+2}$.

ЧАСТЬ 5. ТЕОРИЯ ПОЛЯ. ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗ.

ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Практическое занятие 1. Базисные векторные поля

Базисные векторные поля полярной, цилиндрической и сферической систем координат

Пример 5.1.1. Показать, что орты полярной системы координат связаны с ортами декартовой системы координат соотношениями

$$\vec{g}_{\langle r\rangle} = \cos\varphi\,\vec{e}_1 + \sin\varphi\,\vec{e}_2,\ \vec{g}_{\langle\varphi\rangle} = -\sin\varphi\,\vec{e}_1 + \cos\varphi\,\vec{e}_2. \qquad (1)$$

Р е ш е н и е. В полярной системе координат связь между старыми (декартовыми) и новыми (полярными) координатами даётся обратным отображением

$$x^1 = r\cos\varphi,\ x^2 = r\sin\varphi. \qquad (2)$$

Следовательно, для радиус-вектора получаем

$$\vec{r} = r\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\sin\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (3)$$

Воспользуемся формулами связи базисных векторных полей:

$$\vec{g}_j \overset{def}{=} \frac{\partial\vec{x}}{\partial q^j} = \frac{\partial\vec{x}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial q^j} = \frac{\partial x^i}{\partial q^j}\vec{e}_i = A^{i\cdot}_{\cdot j}\vec{e}_i. \qquad (4)$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\vec{g}_r = \frac{\partial\vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial r} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial r}\big(r\cos\varphi\big)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r}\big(r\sin\varphi\big)\cdot\vec{e}_2 = \cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \sin\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (5)$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_\varphi$ имеем:

$$\vec{g}_\varphi = \frac{\partial\vec{r}}{\partial\varphi} = \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial\varphi} \equiv \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial\varphi} + \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial\varphi} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial\varphi}\left(r\cos\varphi\right)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial\varphi}\left(r\sin\varphi\right)\cdot\vec{e}_2 =$$

$$= -r\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\cos\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (6)$$

Так как

$$\left\|\vec{g}_r\right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_r, \vec{g}_r\right)} = \sqrt{\cos^2\varphi + \sin^2\varphi} = 1,$$

то базисное векторное поля $\vec{g}_r$ нормировано и, следовательно, имеем

$$\vec{g}_{\langle r\rangle} \equiv \vec{g}_r = \cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \sin\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (7)$$

Векторное поле $\vec{g}_\varphi$ не нормировано, а его норма

$$\left\|\vec{g}_\varphi\right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_\varphi, \vec{g}_\varphi\right)} = \sqrt{\left(-r\sin\varphi\right)^2 + \left(r\cos\varphi\right)^2} = r. \qquad (8)$$

Орт векторного поля $\vec{g}_\varphi$ равен

$$\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} = \frac{1}{\left\|\vec{g}_\varphi\right\|}\vec{g}_\varphi = \frac{1}{r}\left(-r\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\cos\varphi\cdot\vec{e}_2\right) =$$

$$= -\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + \cos\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (9)$$

Формулы (7) и (9) решают поставленную задачу. $\otimes$

Пример 5.1.2. В полярной системе координат закон движения точки задан уравнениями

$$x^1(t) = r(t)\cdot\cos\varphi(t),\ x^2(t) = r(t)\cdot\sin\varphi(t), \qquad (1)$$

где t – время. Найти скорость и ускорение точки в декартовых и полярных координатах.

Р е ш е н и е. Векторная параметризация движения имеет вид

$$\vec{r} = r\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\sin\varphi\cdot\vec{e}_2. \qquad (2)$$

Вектор скорости

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(r\cos\varphi)\cdot\vec{e}_1 + \frac{d}{dt}(r\sin\varphi)\cdot\vec{e}_2 =$$

$$= \left(\frac{dr}{dt}\cdot\cos\varphi + r\cdot\frac{d}{d\varphi}(\cos\varphi)\cdot\frac{d\varphi}{dt}\right)\cdot\vec{e}_1 +$$

$$+ \left(\frac{dr}{dt}\cdot\sin\varphi + r\cdot\frac{d}{d\varphi}(\sin\varphi)\cdot\frac{d\varphi}{dt}\right)\cdot\vec{e}_2 =$$

$$= \left(\frac{dr}{dt}\cdot\cos\varphi - r\cdot\sin\varphi\cdot\frac{d\varphi}{dt}\right)\cdot\vec{e}_1 + \left(\frac{dr}{dt}\cdot\sin\varphi + r\cdot\cos\varphi\cdot\frac{d\varphi}{dt}\right)\cdot\vec{e}_2.$$

(3)

Найдём проекции вектора скорости на оси полярной системы координат. Для этого вычислим значения скалярных произведений вектора скорости и ортов полярной системы координат, найденных в предыдущей задаче (формулы (7) и (9)):

$$v_r \equiv \Pr_{\vec{e}_r}\vec{v} = \left(\vec{v}, \vec{g}_{\langle r\rangle}\right) =$$

$$= \left(\frac{dr}{dt}\cos\varphi - r\frac{d\varphi}{dt}\sin\varphi\right)\cos\varphi + \left(\frac{dr}{dt}\sin\varphi + r\frac{d\varphi}{dt}\cos\varphi\right)\sin\varphi = \frac{dr}{dt},$$

(4)

$$v_\varphi \equiv \Pr_{\vec{e}_\varphi}\vec{v} = \left(\vec{v}, \vec{g}_{\langle\varphi\rangle}\right) =$$

$$= \left(\frac{dr}{dt}\cos\varphi - r\frac{d\varphi}{dt}\sin\varphi\right)(-\sin\varphi) + \left(\frac{dr}{dt}\sin\varphi + r\frac{d\varphi}{dt}\cos\varphi\right)\cos\varphi =$$

$$= r\frac{d\varphi}{dt}.$$

(5)

Таким образом, вектор скорости в полярной системе координат имеет вид

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt}\vec{g}_{\langle r\rangle} + r\frac{d\varphi}{dt}\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}.$$

(6)

Найдём разложение вектора ускорения по ортам полярной системы координат. Для этого используем формулы (7) и (9) из предыдущей задачи и формулу (6) из этой задачи:

$$\vec{w} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2}\vec{g}_{\langle r\rangle} + \frac{dr}{dt}\frac{d\vec{g}_{\langle r\rangle}}{dt} + \frac{dr}{dt}\frac{d\varphi}{dt}\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} + r\frac{d^2\varphi}{dt^2}\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} + r\frac{d\varphi}{dt}\frac{d\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}}{dt};$$

$$\frac{d\vec{g}_{\langle r\rangle}}{dt} = -\sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_1 + \cos\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_2;$$

$$\frac{d\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}}{dt} = -\cos\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_1 - \sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_2;$$

$$\vec{w} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2}\vec{g}_{\langle r\rangle} + \frac{dr}{dt}\left(-\sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_1 + \cos\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_2\right) +$$

$$+\frac{dr}{dt}\frac{d\varphi}{dt}\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} + r\frac{d^2\varphi}{dt^2}\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} +$$

$$+r\frac{d\varphi}{dt}\left(-\cos\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_1 - \sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}\vec{e}_2\right) =$$

$$=\left(\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right)\vec{g}_{\langle r\rangle} + \left(r\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\varphi}{dt}\right)\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}.$$

Итак, в полярной системе координат для ускорения получаем следующее выражение:

$$\vec{w} = \left(\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right)\vec{g}_{\langle r\rangle} + \left(r\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\varphi}{dt}\right)\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}. \otimes \qquad (7)$$

Пример 5.1.3. Закон движения точки в полярных координатах имеет вид:

$$\begin{cases} r = t\cdot\sin 3t, \\ \varphi = t^3. \end{cases} \qquad (1)$$

Найти скорость и ускорение точки в полярных и декартовых координатах в момент времени $t = 1\,c$. Радиус дан в метрах.

Р е ш е н и е. 1) Полярные координаты точки в заданный момент времени:

$$r(1) = \sin 3 = 0{,}141;\ \varphi(1) = 1.$$

2) Дифференцируя уравнения движения (1) по времени, получаем:

$$\begin{cases} \dot{r} = \sin 3t + 3t\cos 3t, \\ \dot{\varphi} = 3t^2. \end{cases} \qquad (2)$$

При $t = 1\,c$ имеем:

$$\dot{r}(1) = -2{,}829,\ \dot{\varphi}(1) = 3.$$

3) По формулам (4) и (5) предыдущей задачи находим компоненты скорости в полярных координатах:

$$v_r(1) = \dot{r}(1) = -2{,}829\,\frac{м}{c};\ v_\varphi(1) = r(1)\cdot\dot{\varphi}(1) = 0{,}423\,\frac{м}{c}.$$

4) Норма скорости:

$$v(1) = \sqrt{v_r^2(1) + v_\varphi^2(1)} = 2{,}860\,\frac{м}{c}.$$

5) Дифференцируя формулы связи полярных и декартовых координат по времени, находим компоненты скорости в декартовых координатах:

$$v^1 = \dot{x}^1 = \dot{r}\cos\varphi - r\,\dot{\varphi}\sin\varphi = v_r\cos\varphi - v_\varphi\sin\varphi;$$

$$v^2 = \dot{x}^2 = \dot{r}\sin\varphi + r\,\dot{\varphi}\cos\varphi = v_r\sin\varphi + v_\varphi\cos\varphi.$$

В заданный момент времени имеем:

$$v^1(1) = -1{,}883\,\frac{м}{c};\ v^2(1) = -2{,}148\,\frac{м}{c}.$$

Проверка правильности вычислений (норма вектора скорости в декартовых и полярных координатах должна быть одинаковой):

$$v = \sqrt{\left(v^1\right)^2 + \left(v^2\right)^2} = 2{,}85\,\frac{м}{c}.$$

6) Находим вторые производные, дифференцируя (2):

$$\ddot{r} = 6\cos 3t - 9t\sin 3t;\ \ddot{\varphi} = 6t.$$

При $t = 1$ имеем:

$$\ddot{r}(1) = -9{,}74;\ \ddot{\varphi}(1) = 6.$$

7) Находим компоненты ускорения в полярных координатах:

$$w_r(1)=\ddot{r}(1)-r(1)\dot{\varphi}^2(1)=-11{,}01\ \frac{м}{c^2};$$

$$w_\varphi(1)=r(1)\ddot{\varphi}(1)+2\dot{r}(1)\dot{\varphi}(1)=-16{,}128\ \frac{м}{c^2}.$$

8) Норма ускорения

$$w=\sqrt{w_r^2+w_\varphi^2}=19{,}52\ \frac{м}{c^2}.$$

9) Компоненты ускорения в декартовых координатах находим двукратным дифференцированием формулы (2) по времени:

$$w^1=\left(\ddot{r}-r\dot{\varphi}^2\right)\cos\varphi-\left(r\ddot{\varphi}+2\dot{r}\dot{\varphi}\right)\sin\varphi\equiv w_r\cos\varphi-w_\varphi\sin\varphi;$$

$$w^2=\left(\ddot{r}-r\dot{\varphi}^2\right)\sin\varphi+\left(r\ddot{\varphi}+2\dot{r}\dot{\varphi}\right)\cos\varphi=w_r\sin\varphi+w_\varphi\cos\varphi.$$

При $t=1$ имеем:

$$w^1(1)=7{,}602;\ w^2(1)=-17{,}95.$$

Проверка:

$$w=\sqrt{\left(w^1\right)^2+\left(w^2\right)^2}=19{,}49.\ \otimes$$

Пример 5.1.4. Закон движения точки в полярных координатах имеет вид:

$$r=22\cdot\frac{1-\dfrac{t^2}{121}}{t};\ \varphi=\arccos\left(\frac{t}{11}\right).$$

Найти скорость и ускорение точки в полярных и декартовых координатах в момент времени $t=9\,c$. Радиус дан в метрах.

Ответ:

r	$\dot{r}$	φ	$\dot{\varphi}$	v_r	v_φ	v	v^1	v^2
м	м/с	рад	рад/сек			м/с		
0,81	-0,45	0,61	-0,16	-0,45	-0,13	0,47	-0,3	-0,37

Пример 5.1.5. Выразить базисные векторные поля цилиндрической системы координат в виде разложения по ортам декартовой системы координат.

Р е ш е н и е. Связь декартовых и цилиндрических координат имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r\cos\varphi, \\ x^2 = r\sin\varphi, \\ x^3 = h, \end{cases} \det\left(\frac{\partial\left(x^1, x^2, x^3\right)}{\partial(r, \varphi, h)}\right) = \begin{vmatrix} \cos\varphi & -r\sin\varphi & 0 \\ \sin\varphi & r\cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = r,$$

где для цилиндрических координат принимаются следующие пределы изменения:

$$D = \left\{\{r; \varphi; h\} \in R_2^3 : 0 \le r < +\infty, 0 \le \varphi < 2\pi, -\infty < h < +\infty\right\}.$$

Для радиус-вектора имеем

$$\vec{r} = r\cos\varphi\,\vec{e}_1 + r\sin\varphi\,\vec{e}_2 + h\,\vec{e}_3.$$

Дифференцируем разложение радиус-вектора последовательно по цилиндрическим координатам и используем формулу разложения базисных векторных полей по ортам декартовой системы координат

$$\vec{g}_j \overset{def}{=} \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^j} = \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial q^j} = \frac{\partial x^i}{\partial q^j}\vec{e}_i = \frac{\partial x^1}{\partial q^j}\vec{e}_1 + \frac{\partial x^2}{\partial q^j}\vec{e}_2 + \frac{\partial x^3}{\partial q^j}\vec{e}_3.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\vec{g}_r = \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3}\frac{\partial x^3}{\partial r} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial r}(r\cos\varphi)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r}(r\sin\varphi)\cdot\vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial r}h\cdot\vec{e}_3 = \cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \sin\varphi\cdot\vec{e}_2.$$

Так как для векторного поля $\vec{g}_r$

$$\left\|\vec{g}_r\right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_r, \vec{g}_r\right)} = \sqrt{\cos^2\varphi + \sin^2\varphi} = 1,$$

то базисное векторное поле $\vec{g}_r$ нормированное, то есть

$$\vec{g}_{\langle r\rangle} \equiv \vec{g}_r.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_{\varphi}$ имеем:

$$\vec{g}_{\varphi} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial \varphi} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3}\frac{\partial x^3}{\partial \varphi} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial \varphi}(r\cos\varphi)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial \varphi}(r\sin\varphi)\cdot\vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial \varphi}h\cdot\vec{e}_3 =$$

$$= -r\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\cos\varphi\cdot\vec{e}_2.$$

Так как для векторного поля $\vec{g}_{\varphi}$

$$\left\|\vec{g}_{\varphi}\right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_{\varphi}, \vec{g}_{\varphi}\right)} = \sqrt{(-r\sin\varphi)^2 + (r\cos\varphi)^2} = r,$$

то поле $\vec{g}_{\varphi}$ ненормированное. Находим орт поля:

$$\vec{g}_{\langle\varphi\rangle} = \frac{1}{\left\|\vec{g}_{\varphi}\right\|}\vec{g}_{\varphi} = \frac{1}{r}\left(-r\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\cos\varphi\cdot\vec{e}_2\right) =$$

$$= -\sin\varphi\cdot\vec{e}_1 + \cos\varphi\cdot\vec{e}_2.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_h$ имеем:

$$\vec{g}_h = \frac{\partial \vec{r}}{\partial h} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial h} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial h} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial h} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3}\frac{\partial x^3}{\partial h} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial h}(r\cos\varphi)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial h}(r\sin\varphi)\cdot\vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial h}h\cdot\vec{e}_3 = \vec{e}_3.$$

Таким образом, базисное векторное поле $\vec{g}_h$ нормированное, то есть

$$\vec{g}_{\langle h\rangle} = \vec{e}_3. \otimes$$

Пример 5.1.6. Выразить базисные векторные поля сферической системы координат в виде разложения по ортам декартовой системы координат.

Р е ш е н и е. Связь декартовых и сферических координат имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r\sin\theta\cdot\cos\varphi, \\ x^2 = r\sin\theta\cdot\sin\varphi, \\ x^3 = r\cos\theta, \end{cases}$$

$$\det\left(\frac{\partial\left(x^1, x^2, x^3\right)}{\partial(r, \varphi, \theta)}\right) = \begin{vmatrix} \sin\theta\cos\varphi & -r\sin\theta\sin\varphi & r\cos\theta\cos\varphi \\ \sin\theta\sin\varphi & r\sin\theta\cos\varphi & r\cos\theta\sin\varphi \\ \cos\theta & 0 & -r\sin\theta \end{vmatrix} =$$

$$= -r^2\sin\theta,$$

где для сферических координат принимаются следующие пределы изменения:

$$D = \left\{\{r, \varphi, \vartheta\} \in R_2^3 : 0 \le r < +\infty,\ 0 \le \varphi < 2\pi,\ 0 < \theta \le \pi\right\}.$$

Радиус-вектор имеет вид:

$$\vec{r} = r\sin\theta\cdot\cos\varphi\,\vec{e}_1 + r\sin\theta\cdot\sin\varphi\,\vec{e}_2 + r\cos\theta\,\vec{e}_3.$$

Дифференцируем разложение радиус-вектора последовательно по сферическим координатам и снова используем формулу разложения базисных векторных полей по ортам декартовой системы координат.

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\vec{g}_r = \frac{\partial\vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^i}\frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^1}\frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^2}\frac{\partial x^2}{\partial r} + \frac{\partial\vec{r}}{\partial x^3}\frac{\partial x^3}{\partial r} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial r}\left(r\sin\theta\cos\varphi\right)\cdot\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r}\left(r\sin\theta\sin\varphi\right)\cdot\vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial r}\left(r\cos\theta\right)\cdot\vec{e}_3 =$$

$$= \sin\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \sin\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_2 + \cos\theta\cdot\vec{e}_3.$$

Норма поля

$$\left\|\vec{g}_r\right\| = \sqrt{\left(\sin\theta\cos\varphi\right)^2 + \left(\sin\theta\sin\varphi\right)^2 + \cos^2\theta} = 1.$$

Поле нормированное. Следовательно, имеем:

$$\vec{g}_{\langle r\rangle} \equiv \vec{g}_r = \sin\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \sin\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_2 + \cos\theta\cdot\vec{e}_3.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_{\varphi}$ имеем:

$$\vec{g}_{\varphi}=\frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi}=\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{i}}\frac{\partial x^{i}}{\partial \varphi}\equiv\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{1}}\frac{\partial x^{1}}{\partial \varphi}+\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{2}}\frac{\partial x^{2}}{\partial \varphi}+\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{3}}\frac{\partial x^{3}}{\partial \varphi}=$$

$$=\frac{\partial}{\partial \varphi}\left(r\sin\theta\cos\varphi\right)\cdot\vec{e}_{1}+\frac{\partial}{\partial \varphi}\left(r\sin\theta\sin\varphi\right)\cdot\vec{e}_{2}+\frac{\partial}{\partial \varphi}\left(r\cos\theta\right)\cdot\vec{e}_{3}=$$

$$=-r\sin\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_{1}+r\sin\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_{2}.$$

Норма поля

$$\left\|\vec{g}_{\varphi}\right\|=\sqrt{\left(-r\sin\theta\sin\varphi\right)^{2}+\left(r\sin\theta\cos\varphi\right)^{2}}=\sqrt{r^{2}\sin^{2}\theta}=r\sin\theta.$$

Поле ненормированное. Находим орт поля:

$$\vec{g}_{\langle\varphi\rangle}=\frac{1}{\left\|\vec{g}_{\varphi}\right\|}\vec{g}_{\varphi}=\frac{1}{r\sin\theta}\left(-r\sin\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_{1}+r\sin\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_{2}\right)=$$

$$=-\sin\varphi\cdot\vec{e}_{1}+\cos\varphi\cdot\vec{e}_{2}.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_{\theta}$ имеем:

$$\vec{g}_{\theta}=\frac{\partial \vec{r}}{\partial \theta}=\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{i}}\frac{\partial x^{i}}{\partial \theta}\equiv\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{1}}\frac{\partial x^{1}}{\partial \theta}+\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{2}}\frac{\partial x^{2}}{\partial \theta}+\frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{3}}\frac{\partial x^{3}}{\partial \theta}=$$

$$=\frac{\partial}{\partial \theta}\left(r\sin\theta\cos\varphi\right)\cdot\vec{e}_{1}+\frac{\partial}{\partial \theta}\left(r\sin\theta\sin\varphi\right)\cdot\vec{e}_{2}+\frac{\partial}{\partial \theta}\left(r\cos\theta\right)\cdot\vec{e}_{3}=$$

$$=r\cos\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_{1}+r\cos\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_{2}-r\sin\theta\cdot\vec{e}_{3}.$$

Норма поля

$$\left\|\vec{g}_{\theta}\right\|=\sqrt{\left(r\cos\theta\cos\varphi\right)^{2}+\left(r\cos\theta\sin\varphi\right)^{2}+\left(-r\sin\theta\right)^{2}}=r.$$

Поле ненормированное. Находим орт поля:

$$\vec{g}_{\langle\theta\rangle} = \frac{1}{\left\|\vec{g}_\theta\right\|}\vec{g}_\theta = \frac{1}{r}\left(r\cos\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + r\cos\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_2 - r\sin\theta\cdot\vec{e}_3 \right) =$$

$$= \cos\theta\cos\varphi\cdot\vec{e}_1 + \cos\theta\sin\varphi\cdot\vec{e}_2 - \sin\theta\cdot\vec{e}_3. \otimes$$

Практическое занятие 2. Криволинейные интегралы

Вычисление криволинейных интегралов

Пример 6.2.1. Вычислить криволинейный интеграл первого рода

$$I = \int_L (x+y)dl$$

по меньшей части окружности

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R^2, \\ y = x, \end{cases}$$

ограниченной точками $A(0,\,0,\,R)$, $B\left(\frac{R}{2}, \frac{R}{2}, \frac{R}{\sqrt{2}}\right)$.

Р е ш е н и е. Параметризация окружности:

$$x = t,\; y = t,\; z = \sqrt{R^2 - 2t^2}\;,\; 0 \le t \le \frac{R}{2},$$

$$\sqrt{\left[\frac{dx(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dy(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dz(t)}{dt}\right]^2} = \frac{\sqrt{2}R}{\sqrt{R^2 - 2t^2}}.$$

Используем формулу

$$\int_L f(x,\,y,\,z)dl = \int_\alpha^\beta f(x(t),\,y(t),\,z(t))\cdot\sqrt{\left[\frac{dx(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dy(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dz(t)}{dt}\right]^2}\,dt.$$

Получаем:

$$I = \int_L (x+y)dl = \int_0^{R/2} 2t\,\frac{\sqrt{2}Rdt}{\sqrt{R^2 - 2t^2}} = R^2\left(\sqrt{2} - 1\right). \otimes$$

Пример 6.2.2. Найти массу $1/4$ окружности

$$x_1^{\,2} + x_2^{\,2} = R^2,$$

если $\rho(x_1, x_2) = x_2$ и $x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0.$

Р е ш е н и е. Воспользуемся формулой для случая плоского пути, заданного непрерывно дифференцируемой параметризацией. Параметрические уравнения окружности

$$\begin{cases} x_1 = R\cos t, \\ x_2 = R\sin t. \end{cases}$$

Поэтому имеем:

$$M = \int\limits_W \rho(x_1, x_2)dl =$$

$$= \int\limits_0^{\pi/2} R\sin t\sqrt{(-R\sin t)^2 + (R\cos t)^2}\,dt = R^2\int\limits_0^{\pi/2}\sin t dt = R^2. \otimes$$

Пример 6.2.3. Вычислить криволинейный интеграл

$$I = \int\limits_W (x+y)dx - xdy,$$

где путь W – отрезок прямой, соединяющий точки $M_0(0;\,0)$ и $M_1(4;\,2)$.

Р е ш е н и е. Используем формулу (10.1.18) для случая плоского пути. Здесь

$$\vec{M_0M_1} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix} = 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2,\ \vec{M_0M} = x\vec{e}_1 + y\vec{e}_2,$$

$$\vec{M_0M} = t\cdot\vec{M_0M_1},\ \begin{cases} x = 4t, \\ y = 2t, \end{cases}\ y = \frac{1}{2}x,\ x \in [0,\,4].$$

Имеем:

$$\int\limits_W (x+y)dx - xdy = \int\limits_0^4\left(\frac{3}{2}x - \frac{1}{2}x\right)dx = \int\limits_0^4 xdx = \left.\frac{x^2}{2}\right|_0^4 = 8. \otimes$$

Пример 6.2.4. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\int\limits_W x^2ydx + y^2xdy$$

по пути с параметризацией $x = t,\ y = t^3,\ t \in [0,\,1].$

Р е ш е н и е. Используем формулу с естественной параметризацией для случая плоского пути:

$$\int\limits_{W_{\alpha,\,\beta}} F_1\left(\vec{x}\right)dx_1 + F_2\left(\vec{x}\right)dx_2 =$$

$$= \int\limits_{\alpha}^{\beta}\left[F_1\left(x_1(t),\, x_2(t),\, x_3(t)\right)\frac{dx_1(t)}{dt} + F_2\left(x_1(t),\, x_2(t),\, x_3(t)\right)\frac{dx_2(t)}{dt}\right]dt$$

Получаем:

$$\int\limits_{W} x^2 y dx + y^2 x dy = \int\limits_{0}^{1}\left(t^5 + 3t^9\right)dt = \left(\frac{t^6}{6} + 3\frac{t^{10}}{10}\right)\Bigg|_0^1 = \frac{7}{15}. \otimes$$

Пример 6.2.5. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\int\limits_{\hat{W}}\left(x_2{}^2 - x_3{}^2\right)dx_1 + 2x_2x_3dx_2 - x_1{}^2dx_3$$

по замкнутому пути с параметризацией $x_1 = t$, $x_2 = t^2$, $x_3 = t^3$, начальной и конечными точками $M_0(0;\,0;\,0)$, $M_1(1;\,1;\,1)$ соответственно.

Р е ш е н и е. Для вычисления применим формулу:

$$I_{W_{a,\,b}} = \int\limits_{W_{a,\,b}} F_1\left(\vec{x}\right)dx_1 + F_2\left(\vec{x}\right)dx_2 + F_3\left(\vec{x}\right)dx_3 =$$

$$= \int\limits_{\alpha}^{\beta}\left[F_1\left(x_1(t),\, x_2(t),\, x_3(t)\right)\frac{dx_1(t)}{dt} + F_2\left(x_1(t),\, x_2(t),\, x_3(t)\right)\frac{dx_2(t)}{dt} + \right.$$

$$\left. + F_3\left(x_1(t),\, x_2(t),\, x_3(t)\right)\frac{dx_3}{dt}(t)\right]dt.$$

Пределы изменения параметра $t \in [0,\,1]$, то есть $\alpha = 0$, $\beta = 1$. Подстановка данных задачи даёт:

$$\int\limits_{\hat{W}}\left(x_2{}^2 - x_3{}^2\right)dx_1 + 2x_2x_3dx_2 - x_1{}^2dx_3 = \int\limits_{0}^{1}\left[\left(t^4 - t^6\right) + 4t^6 - 3t^4\right]dt =$$

$$= \int\limits_{0}^{1}\left(3t^6 - 2t^4\right)dt = \left(\frac{3}{7}t^7 - \frac{2}{5}t^5\right)\Bigg|_0^1 = \frac{1}{35}. \otimes$$

Пример 6.2.6. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\oint_W (x+y)dx+(x-y)dy,$$

где W – окружность с уравнением $(x-1)^2+(y-1)^2=4.$

Р е ш е н и е. Запишем параметризацию окружности:

$$\vec{x}(t)=(1+2\cos t)\vec{e}_1+(1+2\sin t)\vec{e}_2,$$
$$0\le t\le 2\pi.$$

Интеграл вычисляем, пользуясь формулой

$$\int_W F_1\left(\vec{x}\right)dx+F_2\left(\vec{x}\right)dy=\int_\alpha^\beta\left[F_1\left(\vec{x}(t)\right)\frac{dx(t)}{dt}+F_2\left(\vec{x}(t)\right)\frac{dy(t)}{dt}\right]dt$$

и тем, что

$$\frac{dx(t)}{dt}=-2\sin t,\ \frac{dy(t)}{dt}=2\cos t.$$

Имеем:

$$\oint_W (x+y)dx+(x-y)dy=$$

$$=\int_0^{2\pi}\left[(2+2\cos t+2\sin t)(-2\sin t)+(2\cos t-2\sin t)2\cos t\right]dt=$$

$$=\int_0^{2\pi}(-4\sin t-8\sin t\cdot\cos t+4\cos 2t)dt=0.\ \otimes$$

Практическое занятие 3. Кратные интегралы

Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах

Пример 6.3.1. Изменить порядок интегрирования в интеграле

$$\int_{-1}^{1}dx\int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2}f(x,y)dy.$$

Р е ш е н и е. Область интегрирования D ограничена линиями

$$x=-1,\ x=1,\ y=-\sqrt{1-x^2},\ y=1-x^2.$$

Первые две линии – вертикальные прямые линии, третья линия – нижняя полуокружность радиуса 1, четвёртая линия – парабола с вершиной в точке $(0;1)$, ветви параболы направлены вниз. Область D представим объединением двух областей: области D_1, ограниченной ветвями параболы $x=\pm\sqrt{1-y}$ и прямыми линиями $y=0,\ y=1$; области D_2, ограниченной линиями $x=\pm\sqrt{1-y^2}$, $y=-1,\ y=0$. Тогда имеем:

$$\int\limits_{-1}^{1}dx\int\limits_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2}f(x,\,y)dy=\int\limits_{0}^{1}dy\int\limits_{-\sqrt{1-y}}^{+\sqrt{1-y}}f(x,\,y)dx+\int\limits_{-1}^{0}dy\int\limits_{-\sqrt{1-y^2}}^{+\sqrt{1-y^2}}f(x,\,y)dx.\otimes$$

Пример 6.3.2. Вычислить двойной интеграл

$$\iint\limits_D x\ln y\,dxdy,$$

где $D=\{(x,\,y):0\le x\le 4;1\le y\le e\}$.

Р е ш е н и е. Так как область D является прямоугольником, то интеграл вычисляется непосредственно по формуле

$$\iint\limits_D f(x,\,y)dxdy=\int\limits_a^b dx\int\limits_c^d f(x,\,y)dy.$$

Имеем:

$$\iint\limits_D x\ln y\,dxdy=\int\limits_0^4 xdx\int\limits_1^e\ln y\,dy=\left\{\begin{matrix}u=\ln y, & du=\dfrac{dy}{y},\\ dv=dy, & v=y.\end{matrix}\right\}=$$

$$=\int\limits_0^4 xdx\left\{y\ln y\Big|_1^e-\int\limits_1^e dy\right\}=\frac{x^2}{2}\Big|_0^4\cdot\left\{y\ln y\Big|_1^e-y\Big|_1^e\right\}=8\cdot(e-e+1)=8.\otimes$$

Пример 6.3.3. Вычислить двойной интеграл $\iint\limits_D(x+2y)dxdy$ по области D, ограниченной линиями $y=x,\ y=2x,\ x=2,\ x=3$.

Р е ш е н и е. Область D ограничена, соответственно, слева – вертикальной прямой линией $x=2$, справа – вертикальной прямой линией $x=3$, сверху – прямой линией $y=2x$, снизу – прямой линией $y=x$. Область простая относительно оси OY, следовательно, вычисляем интеграл по формуле

$$\iint\limits_D f(x,\,y)dxdy = \int\limits_a^b dx \int\limits_{g_1(x)}^{g_2(x)} f(x,\,y)dy.$$

Имеем:

$$\iint\limits_D (x+2y)dxdy = \int\limits_2^3 dx \int\limits_x^{2x} (x+2y)dy = \int\limits_2^3 dx\left(xy+y^2\right)\Big|_{y=x}^{y=2x} =$$

$$= \int\limits_2^3 \left(2x^2+4x^2-x^2-x^2\right)dx = 4\int\limits_2^3 x^2dx = \frac{4}{3}x^3\Big|_2^3 = \frac{76}{3}. \otimes$$

Пример 6.3.4. Вычислить двойной интеграл $\iint\limits_D (2x-y)dxdy$ по области D, ограниченной линиями $x=1,\ x=2,\ y=x,\ y=x^2.$

Р е ш е н и е. Пользуясь формулой вычисления двойного интеграла по простой области, получаем:

$$\iint\limits_D (2x-y)dxdy = \int\limits_1^2 dx \int\limits_x^{x^2} (2x-y)dy = \int\limits_1^2 dx\left(2xy-\frac{y^2}{2}\right)\Big|_{y=x}^{y=x^2} =$$

$$= \int\limits_1^2 \left(2x^3-\frac{x^4}{2}-\frac{3}{2}x^2\right)dx = \left(\frac{x^4}{2}-\frac{x^5}{10}-\frac{x^3}{2}\right)\Big|_1^2 = \frac{9}{10}. \otimes$$

Вычисление площади, объёма и массы

Пример 6.3.5. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями

$$x = 4y-y^2,\ x+y=6.$$

Р е ш е н и е. Решая систему уравнений

$$\begin{cases} y^2-4y+x=0, \\ x+y=6, \end{cases}$$

находим точки пересечения линий: $A(4;\,2)$, $B(3;\,3)$. Поэтому площадь фигуры равна

$$S \equiv \mu(D) = \iint\limits_D dxdy = \int\limits_2^3 dy \int\limits_{6-y}^{4y-y^2} dx = \int\limits_2^3 \left(x\Big|_{6-y}^{4y-y^2}\right)dy =$$

$$= \int_2^3 \left(-y^2 + 5y - 6\right) dy = \left(-\frac{1}{3}y^3 + \frac{5}{2}y^2 - 6y \right) \Big|_2^3 = \frac{1}{6}. \otimes$$

Пример 6.3.6. Найти массу пластины D с поверхностной плотностью

$$\sigma(x, y) = 16x + \frac{9}{2}y^2$$

и ограниченной линиями с уравнениями

$$x = \frac{1}{4},\ y = 0,\ y^2 = 16x,\ y \geq 0.$$

Р е ш е н и е. Так как

$$x = \frac{1}{16}y^2,$$

то $x \geq 0$. Поэтому область D можно задать неравенствами

$$0 \leq x \leq \frac{1}{4},\ 0 \leq y \leq 4\sqrt{x}.$$

Вычисляя двойной интеграл в декартовых координатах, получаем:

$$m(D) = \iint_D \sigma(x, y)\,dxdy = \iint_D \left(16x + \frac{9}{2}y^2\right) dxdy =$$

$$= \int_0^{1/4} dx \int_0^{4\sqrt{x}} \left(16x + \frac{9}{2}y^2\right) dy = \int_0^{1/4} \left(16xy + \frac{3}{2}y^3\right) \Big|_0^{4\sqrt{x}} dx = 160 \int_0^{1/4} x^{3/2} dx = 2. \otimes$$

Вычисление двойного интеграла в полярных координатах

Пример 6.3.7. Вычислить двойной интеграл

$$\iint_D \sqrt{x^2 + y^2}\,dxdy,$$

переходя к полярным координатам, где область D – 1-я четверть круга

$$x^2 + y^2 \leq a^2.$$

Р е ш е н и е. Так как $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$, то область в полярных координатах имеет вид

$$\Omega = \left\{ (r;\varphi) : 0 \le r \le a;\ 0 < \varphi \frac{\pi}{2} \right\}$$

и, применяя формулу перехода к полярной системе координат, получаем:

$$\iint\limits_D \sqrt{x^2+y^2}\,dxdy = \iint\limits_\Omega \sqrt{r^2\cos^2\varphi + r^2\sin^2\varphi}\,r dr d\varphi = \int\limits_0^{\pi/2} d\varphi \int\limits_0^a r^2 dr =$$

$$= \frac{1}{3}\int\limits_0^{\pi/2} r^3 \Big|_0^a d\varphi = \frac{a^3}{3}\int\limits_0^{\pi/2} d\varphi = \frac{\pi a^3}{6}. \otimes$$

Пример 6.3.8. Вычислить двойной интеграл $\iint\limits_D \ln\left(x^2+y^2\right)dxdy$, переходя к полярным координатам, если область D – кольцо, заключённое между окружностями $x^2+y^2=e^2$ и $x^2+y^2=e^4$.

Р е ш е н и е. Переходя к полярным координатам, имеем:

$$\iint\limits_D \ln\left(x^2+y^2\right)dxdy = \iint\limits_\Omega \ln r^2 r dr d\varphi = 2\iint\limits_\Omega r\ln r dr d\varphi =$$

$$= \left\{\Omega : 0 \le \varphi \le 2\pi;\ e \le r \le e^2\right\} =$$

$$= 2\int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_e^{e^2} r\ln r dr = \left\{ \begin{array}{ll} u = \ln r, & du = \dfrac{dr}{r}, \\ dv = r dr, & v = \dfrac{r^2}{2}. \end{array} \right\} =$$

$$= 2\int\limits_0^{2\pi} d\varphi \left\{ \frac{r^2}{2}\ln r \Big|_e^{e^2} - \frac{1}{2}\int\limits_e^{e^2} r dr \right\} = 2\int\limits_0^{2\pi} \left[\frac{1}{4}e^2\left(3e^2-1\right) \right] d\varphi = \pi e^2\left(3e^2-1\right). \otimes$$

Пример 6.3.9. Вычислить объём тела, ограниченного поверхностями

$$x^2+y^2=8,\ x=0,\ y=0,\ z=0,\ x+y+z=4.$$

Р е ш е н и е. Тело ограничено кругом на плоскости XOY с центром в начале системы координат, координатными плоскостями и плоскостью

$$\frac{x}{4}+\frac{y}{4}+\frac{z}{4}=1.$$

Поэтому в полярных координатах имеем

$$V = \iint\limits_D f(x,\, y)dxdy = \iint\limits_\Omega f(r\cos\varphi,\, r\sin\varphi)rdrd\varphi =$$

$$= \int\limits_0^{\pi/2} d\varphi \int\limits_0^{2\sqrt{2}} f(r\cos\varphi,\, r\sin\varphi)rdr =$$

$$= \int\limits_0^{\pi/2} d\varphi \int\limits_0^{2\sqrt{2}} (4 - r\cos\varphi - r\sin\varphi)rdr = 16\int\limits_0^{\pi/2} \left[1 - \frac{\sqrt{2}}{3}(\cos\varphi + \sin\varphi)\right] d\varphi =$$

$$= 16\left[\varphi - \frac{\sqrt{2}}{3}(\sin\varphi - \cos\varphi)\right]\Bigg|_0^{\pi/2} = 8\pi - \frac{32\sqrt{2}}{3}. \otimes$$

Пример 6.3.10. Вычислить двойной интеграл

$$\iint\limits_D xdxdy,$$

где область D ограничена линиями с уравнениями:

$$y^2 - 4y + x^2 = 0;\; y^2 - 8y + x^2 = 0;\; y = \frac{1}{\sqrt{3}}x;\; x = 0.$$

Р е ш е н и е. Задаём область D неравенствами в декартовой системе координат, для чего выделяем полные квадраты в уравнениях окружностей:

$$(y-2)^2 + x^2 = 4;\; (y-4)^2 + x^2 = 16,$$

Центры обеих окружностей имеют координаты $(0;\, 2)$ и $(0;\, 4)$, а сами окружности касаются начала системы координат. Первая окружность имеет радиус 2 и лежит, следовательно, внутри второй окружности с радиусом 4. Область D лежит между окружностями и координаты её точек удовлетворяют неравенствам

$$(y-2)^2 + x^2 \geq 4;\; (y-4)^2 + x^2 \leq 16.$$

Кроме этого, область D лежит между указанными прямыми линиями, проходящими через начало системы координат. Так как окружности лежат выше оси OX, то область D лежит над прямой линией $y = \frac{1}{\sqrt{3}}x$ и справа от прямой линии $x = 0$. Поэтому координаты точек области D удовлетворяют неравенствам

$$y \ge \frac{x}{\sqrt{3}},\ x \ge 0.$$

Таким образом,

$$D = \begin{cases} (y-2)^2 + x^2 \ge 4, \\ (x;\ y): (y-4)^2 + x^2 \le 16, \\ y \ge \dfrac{x}{\sqrt{3}},\ x \ge 0. \end{cases}$$

Для вычисления используем полярную систему координат:

$$x = r\cos\varphi,\ y = r\sin\varphi.$$

Формула вычисления двойного интеграла принимает вид

$$\iint\limits_D x dx dy = \iint\limits_\Omega r\cos\varphi r dr d\varphi.$$

В неравенствах, определяющих область интегрирования, производим замену $x = r\cos\varphi,\ y = r\sin\varphi$, получаем

$$\Omega = \begin{cases} (r\sin\varphi - 2)^2 + r^2\cos^2\varphi \ge 4, \\ (r;\ \varphi): (r\sin\varphi - 4)^2 + r^2\cos^2\varphi \le 16, \\ r\sin\varphi \ge \dfrac{r\cos\varphi}{\sqrt{3}},\ r\cos\varphi \ge 0. \end{cases}$$

Решение этих неравенств относительно r и φ имеет вид

$$\Omega = \begin{cases} (r;\ \varphi): \quad \dfrac{\pi}{6} \le \varphi \le \dfrac{\pi}{2}, \\ 4\sin\varphi \le r \le 8\sin\varphi. \end{cases}$$

Переход от двойного интеграла к повторному интегралу даёт:

$$\iint\limits_D x dx dy = \iint\limits_\Omega r\cos\varphi r dr d\varphi = \int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi d\varphi \int\limits_{4\sin\varphi}^{8\sin\varphi} r^2 dr,$$

Интегрируя последовательно, получаем:

$$\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi d\varphi \int\limits_{4\sin\varphi}^{8\sin\varphi} r^2 dr = 35. \otimes$$

Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах

Пример 6.3.11. Вычислить тройной интеграл

$$I = \iiint\limits_V (x - 2y + z)dxdydz,$$

где область V – параллелепипед, заданный неравенствами

$$-1 \le x \le 2,\ 1 \le y \le 3,\ 0 \le z \le 1.$$

Р е ш е н и е. Используя формулу (1.50)

$$\iiint\limits_V f(x, y, z)dxdydz = \int\limits_a^b dx \int\limits_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dy \int\limits_{z=u_1(x,y)}^{z=u_2(x,y)} f(x, y, z)dz,$$

получаем:

$$I = \iiint\limits_V (x - 2y + z)dxdydz = \int\limits_{-1}^{2} dx \int\limits_{1}^{3} dy \int\limits_{0}^{1} (x - 2y + z)dz = -18. \otimes$$

Пример 6.3.12. Вычислить тройной интеграл

$$I = \iiint\limits_V (x + y + z)dxdydz,$$

где область V – пирамида, ограниченная плоскостями

$$x = 0,\ y = 0,\ z = 0,\ x + y + z = 2.$$

Р е ш е н и е. Запишем уравнение плоскости

$$z = 2 - x - y,$$

«ограничивающей пирамиду» сверху, в отрезках

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} = 1.$$

Теперь можем изобразить пирамиду (рисунок 3.1).

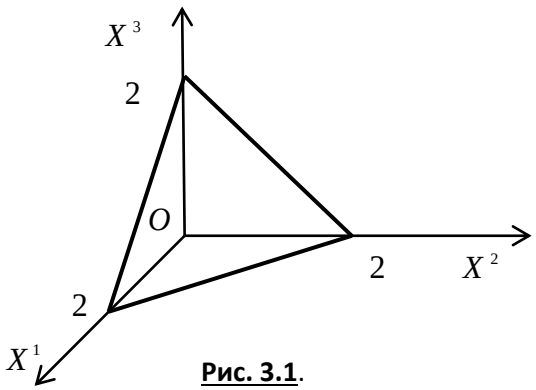


Рис. 3.1.

Применяем для решения формулу

$$\iiint\limits_V f(x, y, z)dxdydz = \int\limits_a^b dx \int\limits_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dy \int\limits_{z=u_1(x,y)}^{z=u_2(x,y)} f(x, y, z)dz,$$

расставляя пределы в соответствии с условиями задачи:

$$I = \iiint\limits_V (x+y+z)dxdydz = \int\limits_0^2 dx \int\limits_0^{2-x} dy \int\limits_0^{2-x-y} (x+y+z)dz =$$

$$= \int\limits_0^2 dx \int\limits_0^{2-x} \left[x\cdot z + y\cdot z + \frac{z^2}{2} \right]_0^{2-x-y} dy = \int\limits_0^2 \left[2y - x\cdot\frac{y^2}{2} - y\cdot\frac{x^2}{2} - \frac{y^3}{6} \right]_0^{2-x} dx =$$

$$= \int\limits_0^2 \left(\frac{8}{3} - 2x + \frac{x^3}{6} \right) dx = \left[\frac{8}{3}x - x^2 + \frac{x^4}{24} \right]_0^2 = 2. \otimes$$

Вычисление тройного интеграла в цилиндрических

и сферических координатах

Пример 6.3.13. Найти объём кругового цилиндра высоты H с радиусом основания R.

Р е ш е н и е. Формула для вычисления тройного интеграла в цилиндрической системе координат имеет вид:

цилиндрических координатах:

$$V_V = \iiint\limits_V dxdydz = \int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^R rdr \int\limits_0^H dz = \pi R^2 H . \otimes$$

Пример 6.3.14. Найти объём шара радиуса R.

Р е ш е н и е. Для вычисления объёма шара используем формулу вычисления тройного интеграла в сферических координатах. Учитывая, что

$$f(x,\, y,\, z) = f(r\sin\theta\cos\varphi,\, r\sin\theta\sin\varphi,\, r\cos\theta) \equiv 1,$$

получаем:

$$V_V = \iiint\limits_V dxdydz = \int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^{\pi} \sin\theta d\theta \int\limits_0^{R} r^2 dr = \frac{4}{3}\pi R^3 . \otimes$$

Пример 6.3.15. Вычислить тройной интеграл

$$\iiint\limits_V \frac{x^2}{x^2+y^2}\, dxdydz,$$

где область V ограничена поверхностями

$$z = \frac{9}{2}\sqrt{x^2+y^2}$$ (конус),

$$z = \frac{11}{2} - x^2 - y^2$$ (эллиптический параболоид).

Р е ш е н и е. Область V – тело вращения вокруг оси OZ, поэтому переходим к цилиндрическим координатам:

$$\begin{cases} x = r\cos\varphi, \\ y = r\sin\varphi, \\ z = z. \end{cases}$$

Для искомого интеграла получаем:

$$\iiint\limits_V \frac{x^2}{x^2+y^2}\, dxdydz = \iiint\limits_\Omega \cos^2\varphi\, r\, dr d\varphi dz .$$

Задаём область Ω' неравенствами, заменяя в уравнениях поверхностей декартовы координаты цилиндрическими координатами:

$$x = r\cos\varphi,\ y = r\sin\varphi.$$

Получаем два двойных неравенства:

$$\frac{9}{2}r \le z \le \frac{11}{2} - r^2 \text{ и } \frac{11}{2} - r^2 \le z \le \frac{9}{2}r .$$

Для выбора верного неравенства решаем уравнение

$$\frac{9}{2}r = \frac{11}{2} - r^2.$$

Единственное положительное решение $r = 1$, следовательно, $0 \le r \le 1$. При этих значениях верное неравенство

$$\frac{9}{2}r \le z \le \frac{11}{2} - r^2.$$

Область

$$\Omega = \begin{cases} 0 \le r \le 1, \\ \frac{9}{2}r \le z \le \frac{11}{2} - r^2, \\ 0 \le \varphi \le 2\pi. \end{cases}$$

Переход к повторному интегралу даёт:

$$\iiint\limits_V \frac{x^2}{x^2 + y^2}\,dxdydz = \iiint\limits_\Omega \cos^2\varphi\, r\,dr\,d\varphi\,dz =$$

$$= \iiint\limits_{\Omega'} \frac{r^2\cos^2\varphi}{r^2\cos^2\varphi + r^2\sin^2\varphi}\,r\,dr\,d\varphi\,dz = \ldots = \pi\,. \otimes$$

Практическое занятие 4

Приложения криволинейных и кратных интегралов

Пример 6.4.1. Электрическое поле линейного непрерывно-распределённого электрического заряда вычисляется по формуле

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right) = \int\limits_W \frac{\gamma\left(\vec{x}\right)\cdot\left(\vec{x}_0 - \vec{x}\right)}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0\left\|\vec{x}_0 - \vec{x}\right\|^3}\,dl\,, \qquad (1)$$

где $\vec{x}_0$ – точка наблюдения, а линейная плотность заряда равна

$$\gamma\left(\vec{x}\right)=\frac{dQ\left(\vec{x}\right)}{dl}.$$

Найти напряжённость электрического поля однородно заряженной проволоки длиной L, имеющей форму дуги окружности радиуса r, в центре окружности, считая линейную плотность заряда постоянной.

Р е ш е н и е. Так как $\gamma\left(\vec{x}\right)=const$, то формула (1) принимает вид

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)=\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\int_W\frac{\left(\vec{x}_0-\vec{x}\right)}{\left\|\vec{x}_0-\vec{x}\right\|^3}dl=$$

$$=\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left[\left(\int_W\frac{x_0-x}{\left\|\vec{x}_0-\vec{x}\right\|^3}dl\right)\vec{e}_1+\left(\int_W\frac{y_0-y}{\left\|\vec{x}_0-\vec{x}\right\|^3}dl\right)\vec{e}_2\right]. \qquad (2)$$

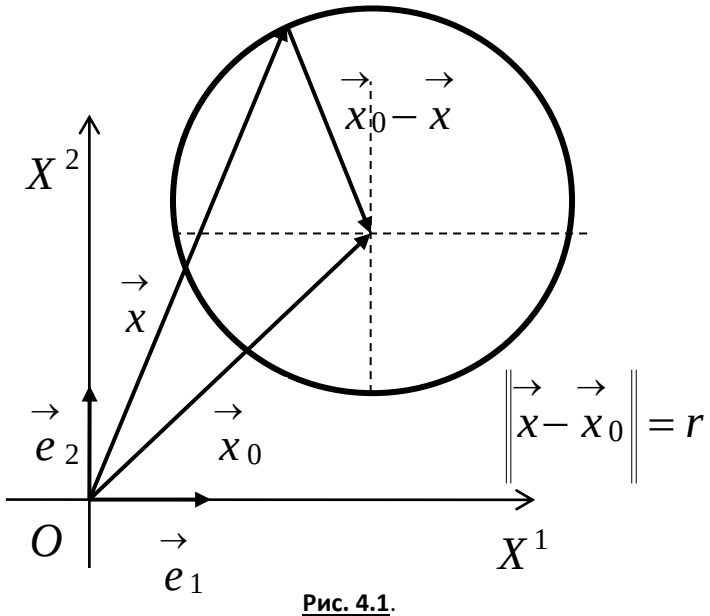


Рис. 4.1.

Вспомним параметрические уравнения окружности (рисунок 4.1):

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + r\cos t \cdot \vec{e}_1 + r\sin t \cdot \vec{e}_2 \qquad (3)$$

– векторная форма;

$$\begin{cases} x = x_0 + r\cos t, \\ y = y_0 + r\sin t \end{cases} \qquad (4)$$

– скалярная форма.

Чтобы воспользоваться для вычисления интеграла формулой

$$\int_W f(x, y)dl = \int_\alpha^\beta f(x(t), y(t))\sqrt{\left[\frac{dx}{dt}(t)\right]^2 + \left[\frac{dy}{dt}(t)\right]^2}\,dt,$$

нам нужен дифференциал длины дуги кривой $dl = \left\|\frac{d\vec{x}}{dt}\right\| dt$. По формуле (3) имеем:

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = -r\sin t \cdot \vec{e}_1 + r\cos t \cdot \vec{e}_2.$$

Отсюда для нормы вектора скорости получаем

$$\left\|\frac{d\vec{x}}{dt}\right\| = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = \sqrt{(-r\sin t)^2 + (r\cos t)^2} = r,$$

откуда имеем

$$dl = \left\|\frac{d\vec{x}}{dt}\right\| dt = rdt.$$

С учётом того, что в рассматриваемом случае точка наблюдения помещена в центр окружности, а точки источника поля находятся в точках самой окружности и очевидного равенства

$$\left\|\vec{x} - \vec{x}_0\right\| = \left\|\vec{x}_0 - \vec{x}\right\|,$$

дальнейшие вычисления напряжённости электрического поля в центре окружности проводятся так:

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)=\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left[\left(\int\limits_W\frac{x_0-x}{\left\|\vec{x}-\vec{x}_0\right\|^3}dl\right)\vec{e}_1+\left(\int\limits_W\frac{y_0-y}{\left\|\vec{x}-\vec{x}_0\right\|^3}dl\right)\vec{e}_2\right]=$$

$$=-\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left[\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\frac{r\cos t}{r^3}rdt\right)\vec{e}_1+\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\frac{r\sin t}{r^3}rdt\right)\vec{e}_2\right]=$$

$$=-\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left[\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\frac{\cos t}{r}dt\right)\vec{e}_1+\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\frac{\sin t}{r}dt\right)\vec{e}_2\right]=$$

$$=-\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\left[\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\cos t dt\right)\vec{e}_1+\left(\int\limits_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\sin t dt\right)\vec{e}_2\right]=$$

$$=-\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\left[\left(\sin t\Big|_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\right)\vec{e}_1+\left(-\cos t\Big|_{-\alpha/2}^{\alpha/2}\right)\vec{e}_2\right]=$$

$$=-\frac{\gamma}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\left[2\sin\frac{\alpha}{2}\vec{e}_1-\underbrace{\left(\cos\frac{\alpha}{2}-\cos\left(-\frac{\alpha}{2}\right)\right)}_{=0}\vec{e}_2\right]=-\frac{\gamma}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\sin\frac{\alpha}{2}\vec{e}_1.$$

Получили следующую формулу для электрического поля, создаваемого в центре окружности линейным равномерным распределением заряда

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)=-\frac{\gamma}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\sin\frac{\alpha}{2}\cdot\vec{e}_1. \qquad (6)$$

Из формулы (6) легко получаем формулу для нормы напряжённости электрического поля

$$E=\left\|\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)\right\|=\frac{\gamma}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}\sin\frac{\alpha}{2}, \qquad (7)$$

из которой следует:

1) $E=\dfrac{\gamma}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$ при $\alpha=\pi$;

2) $E=0$ при $\alpha=2\pi$. $\otimes$

Пример 6.4.2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями с уравнениями

$$y^2-4y+x^2=0,\ y^2-8y+x^2=0,\ y=\frac{x}{\sqrt{3}},\ x=0.$$

Р е ш е н и е. Область ограничена окружностями и прямыми, поэтому решаем задачу в полярных координатах:

$$x=r\cos\varphi\ ,\ y=r\sin\varphi.$$

При переходе к полярным координатам область D перейдёт в область D', ограниченную линиями

$$r=4\cos\varphi,\ r=8\cos\varphi,\ \frac{\pi}{6}\le\varphi\le\frac{\pi}{2}.$$

Искомая площадь равна $S=\iint\limits_{D'}r^2drd\varphi$. В полярных координатах область D' задаётся неравенствами

$$D'=\begin{cases}\dfrac{\pi}{6}\le\varphi\le\dfrac{\pi}{2},\\ 4\cos\varphi\le r\le 8\cos\varphi.\end{cases}$$

Переход от двойного интеграла к повторному интегралу даёт:

$$S=\iint\limits_{D'}r^2drd\varphi=\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\int\limits_{4\cos\varphi}^{8\cos\varphi}rdr.$$

Результат получается интегрированием:

$$S=\iint\limits_{D'}r^2drd\varphi=\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\int\limits_{4\cos\varphi}^{8\cos\varphi}rdr=24\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}\cos^2\varphi=\left\{\cos^2\varphi=\frac{1+\cos2\varphi}{2}\right\}=$$

$$=12\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi+6\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}}\cos2\varphi d(2\varphi)=8\pi-\left(6+3\sqrt{3}\right).\otimes$$

Пример 6.4.3. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл

$$\oint\limits_{\Gamma}-x^2ydx+xy^2dy,\qquad(1)$$

где Γ – окружность с уравнением $x^2 + y^2 = R^2$, причём обход окружности осуществляется против часовой стрелки.

Р е ш е н и е. Формула Грина имеет вид:

$$\iint\limits_{\Omega}\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right)(x, y)dxdy = \oint\limits_{\Gamma} P(x, y)dx + Q(x, y)dy.$$

Сравнивая с (1), видим, что $P(x, y) = -x^2 y$, $Q(x, y) = xy^2$. Поэтому

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right)(x, y) = x^2 + y^2.$$

Следовательно, получаем

$$\oint\limits_{\Gamma} -x^2 ydx + xy^2 dy = \iint\limits_{\Omega}\left(x^2 + y^2\right)dxdy.$$

Вычисления проводим в полярных координатах:

$$x = R\cos\varphi,\ y = R\sin\varphi,\ 0 \le \varphi \le 2\pi,$$

$$\oint\limits_{\Gamma} -x^2 ydx + xy^2 dy = \iint\limits_{\Omega} r^2 rdrd\varphi = \int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^R r^3 dr = \frac{1}{4}R^4 \int\limits_0^{2\pi} d\varphi = \frac{\pi R^4}{2}. \otimes$$

Пример 6.4.4. Применяя формулу Грина, вычислить площадь фигуры, ограниченной кривыми линиями с уравнениями

$$y = x^2,\ x = y^2,\ 8xy = 1,$$

примыкающей к началу системы координат.

Р е ш е н и е. Площадь плоской фигуры вычисляется по формуле:

$$S(\Omega) = \iint\limits_{\Omega} dxdy = \frac{1}{2}\oint\limits_{\Gamma} xdy - ydx.$$

Рассмотрим вид фигуры. Первая и вторая кривые линии – это стандартные параболы с осью OY и OX соответственно. Решая совместно уравнения кривых линий, найдём точки их пересечения:

$$A\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{4}\right),\ B\left(\frac{1}{4}; \frac{1}{2}\right).$$

Применим формулу для вычисления площади плоской фигуры:

$$S(\Omega) = \frac{1}{2}\oint\limits_{\Gamma} xdy - ydx = \frac{1}{2}\int\limits_{OA} xdy - ydx + \frac{1}{2}\int\limits_{AB} xdy - ydx + \frac{1}{2}\int\limits_{BO} xdy - ydx =$$

$$= \frac{1}{2}\int_0^{1/2} x^2 dx - \frac{1}{8}\int_{1/2}^{1/4} \frac{dx}{x} - \frac{1}{4}\int_{1/4}^{0} \sqrt{x}dx = \frac{1+3\ln 2}{24} \approx 0{,}13. \otimes$$

Практическое занятие 5. Поверхностные интегралы

Поверхностные интегралы первого и второго рода

Пример 6.5.1. Вычислить поверхностный интеграл первого рода

$$\iint_F \left(x^2 + y^2\right) dS,$$

где F – часть конической поверхности, заключённой между плоскостями с уравнениями $z = 0$ и $z = 1$.

Р е ш е н и е. Поверхностный интеграл первого рода вычисляется по формуле

$$\iint_F f(x, y, z) dS =$$

$$= \iint_{G^{12}} f\left(x, y, \varphi(x, y)\right) \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y)\right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y)\right]^2}\, dxdy. \qquad (1)$$

В силу условий задачи выбираем верхнюю часть конической поверхности с уравнением

$$z = \varphi(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2}\,.$$

Поэтому

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

$$dS = \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y)\right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y)\right]^2}\, dxdy =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{x^2}{x^2 + y^2} + \frac{y^2}{x^2 + y^2}}\, dxdy = \sqrt{2} dxdy.$$

Искомый интеграл преобразуется в двойной интеграл по формуле (1):

$$\iint_F \left(x^2 + y^2\right) dS = \iint_{G^{12}} \sqrt{2} \cdot \left(x^2 + y^2\right) dxdy.$$

Так как область G^{12} – это круг, определённый неравенством $x^2+y^2\le 1$, то

$$\iint\limits_F \left(x^2+y^2\right)dS=\iint\limits_{G^{12}}\sqrt{2}\cdot\left(x^2+y^2\right)dxdy=4\sqrt{2}\int\limits_0^{\pi/2}d\varphi\int\limits_0^1 r^3dr=\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\pi\,.\otimes$$

Пример 6.5.2. Вычислить поверхностный интеграл первого рода

$$\iint\limits_F\left(\sqrt{a^2-x^2}+z\right)ydS,$$

где F – поверхность цилиндра

$$x^2+z^2=a^2,$$

заключённая между плоскостями $y=b$ и $y=c$.

Р е ш е н и е. Из уравнения

$$x^2+z^2=a^2$$

следует

$$z=\varphi^3(x,\,y)=\pm\sqrt{a^2-x^2}\,.$$

Поверхность F разбилась на две части: $F_1\ (z\ge 0)$ и $F_2\ (z\le 0)$. Определим элемент поверхности dS в соответствии с формулой вычисления поверхностного интеграла первого рода:

$$\frac{\partial\varphi(x,\,y)}{\partial x}=-\frac{x}{\sqrt{a^2-x^2}};\ \frac{\partial\varphi(x,\,y)}{\partial y}=0;$$

$$dS=\sqrt{1+\left[\frac{\partial\varphi}{\partial x}(x,\,y)\right]^2+\left[\frac{\partial\varphi}{\partial y}(x,\,y)\right]^2}\,dxdy=\frac{a\,dxdy}{\sqrt{a^2-x^2}}.$$

Подставляя элемент поверхности в формулу для вычисления поверхностного интеграла первого рода

$$\iint\limits_F f(x,\,y,\,z)dS=\iint\limits_G f\left(x,\,y,\,\varphi(x,\,y)\right)\sqrt{1+\left[\frac{\partial\varphi}{\partial x}(x,\,y)\right]^2+\left[\frac{\partial\varphi}{\partial y}(x,\,y)\right]^2}\,dxdy,$$

получим:

$$\iint\limits_F\left(\sqrt{a^2-x^2}+z\right)ydS=$$

$$= \iint\limits_{F_1} \left(\sqrt{a^2 - x^2} + \sqrt{a^2 - x^2}\right) y dS + \iint\limits_{F_2} \left(\sqrt{a^2 - x^2} - \sqrt{a^2 - x^2}\right) y dS =$$

$$= \iint\limits_{G_1} 2\sqrt{a^2 - x^2}\, y \frac{a dx dy}{\sqrt{a^2 - x^2}} = 2a \iint\limits_{G_1} y dx dy =$$

$$= 2a \int\limits_{-a}^{a} dx \int\limits_{b}^{c} y dy = 2a^2 \left(c^2 - b^2\right). \otimes$$

Поверхностные интегралы второго рода

Пример 6.5.3. Вычислить поверхностный интеграл второго рода

$$\iint\limits_F x^2 y^2 z dx dy$$

по верхней стороне верхней половины сферы с уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2.$$

Р е ш е н и е. Проекцией верхней полусферы на координатную плоскость XOY является круг, ограниченный окружностью

$$x^2 + y^2 = R^2.$$

Уравнение верхней полусферы

$$z = \varphi(x, y) = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}\,.$$

Следовательно, искомый интеграл преобразуется в двойной интеграл так:

$$\iint\limits_F x^2 y^2 z dx dy = \iint\limits_{G^{12}} x^2 y^2 \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}\, dx dy.$$

Вычисления проводим в полярных координатах:

$$\iint\limits_{G^{12}} x^2 y^2 \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}\, dx dy = \iint\limits_{G^{12}} r^5 \cos^2\varphi \cdot \sin^2\varphi \sqrt{R^2 - r^2}\, dr d\varphi =$$

$$= 4 \int\limits_0^{\pi/2} \cos^2\varphi \cdot \sin^2\varphi d\varphi \int\limits_0^R r^5 \sqrt{R^2 - r^2}\, dr =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{R^2 - r^2} = t;\ R^2 - r^2 = t^2; \\ r dr = -t dt;\ r^4 = \left(R^2 - t^2\right)^2. \end{array} \right\} == \int\limits_0^{\pi/2} \frac{1 - \cos 4\varphi}{2} d\varphi \int\limits_0^R \left(R^2 - t^2\right)^2 t^2 dt$$

$$= \frac{2}{105}\pi R^7. \otimes$$

Пример 6.5.4. Вычислить поверхностный интеграл второго рода

$$\iint\limits_F x dydz + ydzdx + zdxdy,$$

где F – верхняя сторона части плоскости с уравнением $x + z - 1 = 0$, отсечённая плоскостями с уравнениями $y = 0$, $y = 4$ и лежащая в первом октанте.

Р е ш е н и е. Заданная поверхность изображена на рисунке5.1. Для вычисления интеграла используем формулу вычисления общего поверхностного интеграла второго рода:

$$\iint\limits_F P(x, y, z)dydz + Q(x, y, z)dzdx + R(x, y, z)dxdy =$$

$$= \iint\limits_{G_{23}} P(\varphi(y, z), y, z)dydz + \iint\limits_{G_{13}} Q(x, \psi(x, z), z)dxdz +$$

$$+ \iint\limits_{G_{12}} R(x, y, \omega(x, y))dxdy.$$

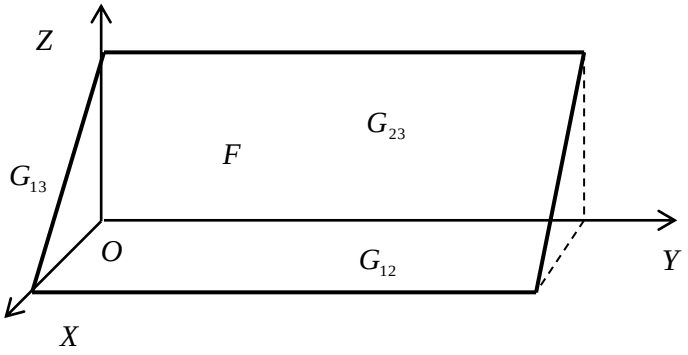


Рис. 5.1.

Так как плоскость параллельна оси OY, то

$$\iint\limits_{G_{13}} Q(x, \psi(x, z), z)dxdz = 0.$$

Получаем:

$$\iint\limits_F x dydz + ydzdx + zdxdy = \iint\limits_{G_{23}} (1 - z)dydz + \iint\limits_{G_{12}} (1 - x)dxdy = 4. \otimes$$

Практическое занятие 6

Градиент скалярного поля. Дивергенция и ротор векторного поля

Пример 6.6.1. Найти градиент сферически-симметричного скалярного поля

$$u = \varphi(r),$$

где $r = \left\| \vec{r} \right\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Р е ш е н и е. По определению градиента имеем

$$\operatorname{grad} \varphi(r) = \frac{\partial}{\partial x}\varphi(r)\vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial y}\varphi(r)\vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial z}\varphi(r)\vec{e}_3 =$$

$$= \frac{d\varphi}{dr}\frac{x}{r}\vec{e}_1 + \frac{d\varphi}{dr}\frac{y}{r}\vec{e}_2 + \frac{d\varphi}{dr}\frac{z}{r}\vec{e}_3 = \frac{d\varphi}{dr}\cdot\frac{\vec{r}}{r}. \otimes$$

Отметим, что векторное поле, определяемое соотношением $\vec{a} = \operatorname{grad}\varphi$, называется ***потенциальным полем***, а скалярная функция φ называется ***потенциалом*** векторного поля $\vec{a}$. Само векторное поле $\vec{a} = \frac{d\varphi}{dr}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$ называется ***потенциальным*** полем. Иногда потенциальное поле определяют соотношением $\vec{a} = -\operatorname{grad}\varphi$.

Пример 6.6.2. Найти дивергенцию сферически-симметричного векторного поля $\vec{a} = \varphi(r)\vec{r}$.

Р е ш е н и е. По определению дивергенции имеем:

$$\operatorname{div}\vec{a} = \left(\vec{\nabla}, \varphi(r)\vec{r}\right) = \frac{\partial}{\partial x}[\varphi(r)x] + \frac{\partial}{\partial y}[\varphi(r)y] + \frac{\partial}{\partial z}[\varphi(r)z] =$$

$$= \frac{d\varphi}{dr}\frac{x^2}{r} + \varphi(r) + \frac{d\varphi}{dr}\frac{y^2}{r} + \varphi(r) + \frac{d\varphi}{dr}\frac{z^2}{r} + \varphi(r) = \frac{d\varphi}{dr}\cdot r + 3\varphi(r). \otimes$$

Векторное поле называется ***соленоидальным***, если выполнено условие $div\vec{a} = 0. \otimes$

Пример 6.6.3. Найти условие соленоидальности векторного поля из предыдущего примера.

Р е ш е н и е. Условие соленоидальности $\operatorname{div}\vec{a} = 0$ для поля $\vec{a} = \varphi(r)\vec{r}$ приводит к обыкновенному дифференциальному уравнению

$$\frac{d\varphi}{dr}\cdot r+3\varphi(r)=0$$

С разделяющимися переменными. Разделяя переменные и учитывая, что в случае функций одного переменного производная $\frac{d\varphi}{dr}$ – это отношение двух дифференциалов, получаем:

$$\frac{d\varphi}{\varphi}=-3\frac{dr}{r}. \qquad (1)$$

Интегрируя уравнение (1), получаем $\ln|\varphi|=-3\ln r+C_1$. Записывая произвольную постоянную в логарифмическом виде $C_1=\ln C$, где C – произвольная положительная постоянная, получаем $\varphi=\frac{C}{r^3}$. Здесь C уже произвольная (не обязательно положительная) постоянная. $\otimes$

Пример 6.6.4. Найти ротор сферически-симметричного векторного поля

$$\vec{a}=\varphi(r)\vec{r},$$

где $r=\left\|\vec{r}\right\|=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$.

Р е ш е н и е. Записывая векторное поле в разложении по декартовому базису

$$\vec{a}=\varphi(r)\vec{r}=\varphi(r)x\,\vec{e}_1+\varphi(r)y\,\vec{e}_2+\varphi(r)z\,\vec{e}_3,$$

и используя определение ротора, получаем:

$$\operatorname{rot}\vec{a}=\left[\vec{\nabla},\vec{a}\right]=\begin{vmatrix}\vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3\\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z}\\ \varphi(r)x & \varphi(r)y & \varphi(r)z\end{vmatrix}=$$

$$=\left\{\frac{\partial}{\partial y}[\varphi(r)z]-\frac{\partial}{\partial z}[\varphi(r)y]\right\}\vec{e}_1+\left\{\frac{\partial}{\partial z}[\varphi(r)x]-\frac{\partial}{\partial x}[\varphi(r)z]\right\}\vec{e}_2$$

$$+\left\{\frac{\partial}{\partial x}[\varphi(r)y]-\frac{\partial}{\partial y}[\varphi(r)x]\right\}\vec{e}_3=\frac{d\varphi(r)}{dr}\left(\frac{yz}{r}-\frac{zy}{r}\right)\vec{e}_1+$$

$$+\frac{d\varphi(r)}{dr}\left(\frac{zx}{r}-\frac{xz}{r}\right)\vec{e}_2+\frac{d\varphi(r)}{dr}\left(\frac{xy}{r}-\frac{yx}{r}\right)\vec{e}_3=\vec{0}\,.\otimes$$

Векторное поле, для которого выполнено соотношение $rot\,\vec{a}=\vec{0}$, называется ***безвихревым*** полем. Из предыдущей задачи следует, что сферически-симметричное векторное поле является безвихревым полем.

Пример 6.6.5. Доказать, что

$$\mathrm{div}\left[\vec{A},\vec{B}\right]=\left(\vec{B},\mathrm{rot}\,\vec{A}\right)-\left(\vec{A},\mathrm{rot}\,\vec{B}\right). \qquad (1)$$

Р е ш е н и е. Для решения применим правило действия оператора $\vec{\nabla}$ на произведение функций

$$\vec{\nabla}(\varphi\cdot\omega\cdot\ldots\cdot\psi)=$$
$$=\vec{\nabla}\left(\overset{\vee}{\varphi}\cdot\omega\cdot\ldots\cdot\psi\right)+\vec{\nabla}\left(\varphi\cdot\overset{\vee}{\omega}\cdot\ldots\cdot\psi\right)+\ldots+\vec{\nabla}\left(\varphi\cdot\omega\cdot\ldots\cdot\overset{\vee}{\psi}\right), \qquad (2)$$

где символ $\vee$ над функцией устанавливает порядок действия оператора $\vec{\nabla}$ на соответствующую функцию. Для скалярных полей имеется в виду просто произведение функций, для векторных полей произведение может быть как скалярным, так и векторным.

Учитывая, что

$$\mathrm{div}\left[\vec{A},\vec{B}\right]=\left(\vec{\nabla},\left[\vec{A},\vec{B}\right]\right),$$

в левой части (1) получаем:

$$\mathrm{div}\left[\vec{A},\vec{B}\right]=\left(\vec{\nabla},\left[\vec{A},\vec{B}\right]\right)=\left(\vec{\nabla},\left[\overset{\vee}{\vec{A}},\vec{B}\right]\right)+\left(\vec{\nabla},\left[\vec{A},\overset{\vee}{\vec{B}}\right]\right),$$

Первое смешанное произведение в правой части последнего равенства преобразуется к виду:

$$\left(\vec{\nabla},\left[\overset{\vee}{\vec{A}},\vec{B}\right]\right)=\left(\left[\vec{\nabla},\vec{A}\right],\vec{B}\right)=\left(\vec{B},\left[\vec{\nabla},\vec{A}\right]\right)=\left(\vec{B},\mathrm{rot}\,\vec{A}\right). \qquad (3)$$

Аналогично, второе смешанное произведение в правой части того же равенства преобразуется к виду

$$\left(\vec{\nabla},\left[\vec{A},\overset{\vee}{\vec{B}}\right]\right)=-\left(\vec{\nabla},\left[\overset{\vee}{\vec{B}},\vec{A}\right]\right)=-\left(\vec{A},\left[\vec{\nabla},\vec{B}\right]\right)=-\left(\vec{A},\operatorname{rot}\vec{B}\right). \quad (4)$$

Складывая (3) и (4), получаем (1). $\otimes$

Пример 6.6.6. Доказать, что справедлива формула

$$\operatorname{rot}\left(u\cdot\vec{A}\right)=\left[\operatorname{grad}u,\vec{A}\right]+u\cdot\operatorname{rot}\vec{A},$$

где $u(M)$ – скалярное, а $\vec{A}(M)$ – векторное поля.

Р е ш е н и е. Преобразуем левую часть:

$$\operatorname{rot}\left(u\cdot\vec{A}\right)=\left[\vec{\nabla},u\cdot\vec{A}\right]=\left[\vec{\nabla},\overset{\vee}{u}\cdot\vec{A}\right]+\left[\vec{\nabla},u\cdot\overset{\vee}{\vec{A}}\right]=$$

$$=\left[\vec{\nabla}u,\vec{A}\right]+u\cdot\left[\vec{\nabla},\vec{A}\right]=\left[\operatorname{grad}u,\vec{A}\right]+u\cdot\operatorname{rot}\vec{A}.\ \otimes$$

Пример 6.6.7. Доказать, что справедлива формула

$$\operatorname{rot}\operatorname{rot}\vec{A}=\operatorname{grad}\operatorname{div}\vec{A}-\Delta\vec{A},$$

где Δ – ***оператор Лапласа*** $\Delta=\left(\vec{\nabla},\vec{\nabla}\right)$.

Р е ш е н и е. Для доказательства используем формулу для двойного векторного произведения

$$\left[\vec{A},\left[\vec{B},\vec{C}\right]\right]=\vec{B}\left(\vec{A},\vec{C}\right)-\vec{C}\left(\vec{A},\vec{B}\right),$$

полагая $\vec{A}=\vec{B}=\nabla$, получим:

$$\operatorname{rot}\operatorname{rot}\vec{A}=\left[\vec{\nabla},\left[\vec{\nabla},\vec{A}\right]\right]=\vec{\nabla}\left(\vec{\nabla},\vec{A}\right)-\left(\vec{\nabla},\vec{\nabla}\right)\vec{A}=\operatorname{grad}\operatorname{div}\vec{A}-\Delta\vec{A}.\ \otimes$$

Пример 6.6.8. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{A} = x^3 \vec{e}_1 - y^2 \vec{e}_2 + y \vec{e}_3$$

по замкнутому контуру $(t \in [0, 2\pi])$, заданному уравнениями

$$x = \cos t,\ y = 3\sin t,\ z = \cos t - \sin t.$$

Р е ш е н и е. По определению циркуляция равна криволинейному интегралу второго рода

$$C = \oint_{\Gamma} \left(\vec{A}, d\vec{x} \right) = \oint_{\Gamma} x^3 dx - y^2 dy + y dz.$$

Криволинейный интеграл вычисляем, сводя его к определённому интегралу:

$$\oint_{\Gamma} x^3 dx - y^2 dx^2 + y dx^3 =$$

$$= \int_0^{2\pi} \left(-\cos^3 t \sin t - 27 \sin^2 t \cos t - 3\sin^2 t - 3 \sin t \cos t \right) dt =$$

$$= -\int_0^{2\pi} \cos^3 t \sin t dt - 27 \int_0^{2\pi} \sin^2 t \cos t dt - 3 \int_0^{2\pi} \sin^2 t dt - 3 \int_0^{2\pi} \sin t \cos t dt =$$

$$= \int_0^{2\pi} \cos^3 t d(\cos t) - 27 \int_0^{2\pi} \sin^2 t d(\sin t) -$$

$$- \frac{3}{2} \int_0^{2\pi} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2t \right) d(2t) - 3 \int_0^{2\pi} \sin t d(\sin t) = -3\pi. \otimes$$

Пример 6.6.9. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F} = -\omega x_2 \vec{e}_1 + \omega x_1 \vec{e}_2$$

по простому замкнутому контуру, представляющему собой окружность с центром в начале системы координат и радиусом R, в положительном направлении.

Р е ш е н и е. Параметризация окружности

$$x_1 = R\cos t,\ x_2 = R\sin t,$$

где $t \in [0, 2\pi]$. Поэтому по определению циркуляции получаем:

$$C=\oint\limits_{\Gamma}\left(\vec{F},\,d\,\vec{x}\right)=\oint\limits_{\Gamma}-\omega x_2dx_1+\omega x_1dx_2=$$

$$=\omega\int\limits_0^{2\pi}\left(R^2\sin^2t+R^2\cos^2t\right)dt=2\pi R^2\omega.\otimes$$

Пример 6.6.10. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F}=\left(x_1+3x_2+2x_3\right)\vec{e}_1+\left(2x_1+x_3\right)\vec{e}_2+\left(x_1-x_2\right)\vec{e}_3$$

по контуру треугольника ABC, если $A(2;\,0;\,0)$, $B(0;\,3;\,0)$, $C(0;\,0;\,1)$.

Р е ш е н и е. Для решения применим формулу Стокса, согласно которой

$$C=\oint\limits_{\Gamma}\left(\vec{F},\,d\,\vec{x}\right)=\iint\limits_{S}\left(\vec{n},\,rot\,\vec{F}\right)ds.$$

Уравнение плоскости, в которой лежит треугольник, имеет вид

$$\frac{x_1}{2}+\frac{x_2}{3}+\frac{x_3}{1}=1,$$

или

$$3x_1+2x_2+6x_3=6.$$

Находим ротор векторного поля:

$$rot\,\vec{F}=\begin{vmatrix}\vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3\\ \dfrac{\partial}{\partial x_1} & \dfrac{\partial}{\partial x_2} & \dfrac{\partial}{\partial x_3}\\ x_1+3x_2+2x_3 & 2x_1+x_3 & x_1-x_2\end{vmatrix}=$$

$$=\left[\frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_1-x_2\right)-\frac{\partial}{\partial x_3}\left(2x_1+x_3\right)\right]\vec{e}_1-$$

$$-\left[\frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1-x_2\right)-\frac{\partial}{\partial x_3}\left(x_1+3x_2+2x_3\right)\right]\vec{e}_2+$$

$$-\left[\frac{\partial}{\partial x_1}\left(2x_1+x_3\right)-\frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_1+3x_2+2x_3\right)\right]\vec{e}_3=-2\,\vec{e}_1+\vec{e}_2-\vec{e}_3.$$

Теперь циркуляция

$$C=\oint\limits_{\Gamma}\left(\vec{F},d\vec{x}\right)=\iint\limits_{S}\left(\vec{n},rot\vec{F}\right)ds=$$

$$=-2\iint\limits_{G^{23}}dx_2dx_3+\iint\limits_{G^{13}}dx_3dx_1-\iint\limits_{G^{12}}dx_1dx_2=$$

$$=-2\int\limits_0^3 dx_2\int\limits_0^{1-x_2/3}dx_3+\int\limits_0^1 dx_3\int\limits_0^{2-x_3}dx_1-\int\limits_0^2 dx_1\int\limits_0^{3-3x_1/2}dx_2=$$

$$=-2\left[x_2-\frac{1}{6}x_2^2\right]_0^3+\left[2x_3-x_3^2\right]_0^1-\left[3x_1-\frac{3}{4}x_1^2\right]_0^2=-5.\otimes$$

Пример 6.6.11. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F}=x_2\vec{e}_1-x_1\vec{e}_2+a\vec{e}_3\ (a=const)$$

вдоль окружности с уравнением

$$x_1^2+x_2^2=1,\ x_3=0$$

в положительном направлении двумя способами.

Р е ш е н и е. 1) Вычислим циркуляцию непосредственно, учитывая, что параметризация окружности имеет вид $(R=1)$:

$$x_1=\cos t,\ x_2=\sin t.$$

Теперь имеем:

$$C=\oint\limits_{\Gamma}\left(\vec{F},d\vec{x}\right)=\oint\limits_{\Gamma}F_1dx_1+F_2dx_2+F_3dx_3=$$

$$=\int\limits_0^{2\pi}\left[\sin t(-\sin t)-\cos t\cos t\right]dt=-\int\limits_0^{2\pi}\left(\sin^2 t+\cos^2 t\right)dt=-2\pi.$$

2) Вычислим циркуляцию по формуле Стокса. Сначала найдём ротор векторного поля:

$$rot\vec{F}=\begin{vmatrix}\vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3\\ \dfrac{\partial}{\partial x_1} & \dfrac{\partial}{\partial x_2} & \dfrac{\partial}{\partial x_3}\\ x_2 & -x_1 & a\end{vmatrix}=-2\vec{e}_3.$$

Нормаль плоскости треугольника $\vec{n}=\vec{e}_3$. Следовательно, имеем

$$C=\oint\limits_{\Gamma}\left(\vec{F},d\vec{x}\right)=\iint\limits_{S}\left(\vec{n},rot\vec{F}\right)ds=-2\iint\limits_{S}\left(\vec{n},\vec{e}_3\right)ds=-2\iint\limits_{S}dx_1dx_2=$$

$$=-2\int\limits_0^{2\pi}d\varphi\int\limits_0^2 rdr=-2\cdot2\pi\cdot\frac{1}{2}=-2\pi\,.\otimes$$

Пример 6.6.12. Найти поток радиус-вектора

$$\vec{r}=x\vec{e}_1+y\vec{e}_2+z\vec{e}_3$$

через произвольную гладкую замкнутую поверхность F, ограничивающую область Ω, имеющую объём V.

Р е ш е н и е. Находим дивергенцию поля радиус-вектора:

$$\operatorname{div}\vec{r}=1+1+1=3.$$

Воспользуемся формулой Остроградского-Гаусса (10.10.13):

$$\oiint\limits_{F}\left(\vec{r},d\vec{s}\right)=\iiint\limits_{V}\left(\vec{\nabla},\vec{r}\right)dV=3\iiint\limits_{V}dV=3V\,.$$

Из полученной формулы следует формула для вычисления объёма области Ω при помощи поверхностных интегралов

$$V=\frac{1}{3}\oiint\limits_{F}\left(\vec{r},\vec{n}\right)ds,$$

которая в декартовых координатах принимает вид

$$V=\frac{1}{3}\oiint\limits_{F}\left(xn_1+yn_2+zn_3\right)ds=\frac{1}{3}\oiint\limits_{F}\left(x\cos\alpha+y\cos\beta+z\cos\gamma\right)ds,$$

где $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ – координаты орта нормали $\vec{n}$. $\otimes$

Пример 6.6.13. Найти поток векторного поля радиус-вектора

$$\vec{r}=x\vec{e}_1+y\vec{e}_2+z\vec{e}_3$$

Через поверхность с уравнением

$$z=1-\sqrt{x^2+y^2}\,,\ z=0\ \left(0\le z\le1\right).$$

Р е ш е н и е. Воспользуемся теоремой Остроградского-Гаусса:

$$\Phi = \oiint\limits_S \left(\vec{F}, \vec{n} \right) ds = \iiint\limits_V div\vec{F}\, dv.$$

Так как

$$\operatorname{div} \vec{r} = 1+1+1 = 3,$$

а поверхность – это конус с вершиной в точке $(0; 0; 1)$, ограниченный плоскостями с уравнениями $z = 0$ и $z = 1$, то переходя к цилиндрическим координатам, получаем:

$$\Phi = \oiint\limits_S \left(\vec{r}, \vec{n} \right) ds = \iiint\limits_V div\vec{r}\, dv = 3\iiint\limits_V dv = 3\iiint\limits_\Omega r d\varphi dr dz =$$

$$= 3\int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^1 r dr \int\limits_0^{1-r} dz = 3\int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^1 r(1-r) dr = 3 \cdot 2\pi \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) = \pi. \otimes$$

Пример 6.6.14. Найти поток поля

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

точечного источника электрического поля через сферу с уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2.$$

Р е ш е н и е. Поток векторного поля через поверхность вычисляется по формуле

$$\Phi = \iint\limits_S \left(\vec{F}, d\vec{s} \right) = \iint\limits_S \left(\vec{F}, \vec{n} \right) ds = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \iint\limits_S \frac{1}{r^2} \left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) ds.$$

Так как $r = R = const$ и скалярное произведение ортов

$$\left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) = 1,$$

получаем:

$$\Phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \iint\limits_S \frac{1}{r^2} \left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) ds = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R^2} \iint\limits_S ds = \frac{q 4\pi R^2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R^2} = \frac{4\pi q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}. \otimes$$

Практическое занятие 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными

Пример 6.7.1. Найти интегральные кривые дифференциального уравнения

$$6xdx-6ydy=2x^2ydy-3xy^2dx.$$

Р е ш е н и е. 1) Перепишем данное уравнение в виде

$$2y\left(x^2+3\right)dy=3x\left(2+y^2\right)dx.$$

2) Замечаем, что $x^2+3>0,\ 2+y^2>0.$ Поэтому можно разделить переменные, деля обе части уравнения на $\left(x^2+3\right)\left(2+y^2\right)$:

$$\frac{2y}{2+y^2}dy=\frac{3x}{x^2+3}dx.$$

3) Используем формулу для нахождения решения:

$$\int\frac{2y}{2+y^2}dy+C_1=\int\frac{3x}{x^2+3}dx+C_2;$$

$$\ln\left(2+y^2\right)=\frac{3}{2}\ln\left(x^2+3\right)+C;$$

$$C=C_2-C_1.$$

4) Преобразуем полученный интеграл:

$$2\ln\left(2+y^2\right)-3\ln\left(x^2+3\right)=C;$$

$$\ln\frac{\left(2+y^2\right)^2}{\left(x^2+3\right)^3}=C.$$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением

$$\ln\frac{\left(2+y^2\right)^2}{\left(x^2+3\right)^3}=C$$

при всевозможных значениях параметра C. $\otimes$

Пример 6.7.2. Найти частное решение уравнения

$$\left(1+y^2\right)dx = xydy,$$

если $y=1$ при $x=2$.

Р е ш е н и е. 1) Разделяем переменные:

$$\frac{y}{1+y^2}dy = \frac{dx}{x}.$$

2) Интегрируем полученное уравнение:

$$\int\frac{y}{1+y^2}dy = \int\frac{dx}{x} + \ln C;$$

$$\frac{1}{2}\ln\left(1+y^2\right) = \ln|x| + \ln C;$$

$$\left(1+y^2\right) = Cx^2.$$

Так как C – произвольная постоянная, то имеем

$$y^2 = Cx^2 - 1$$

3) Используем начальные условия:

$$4 = 2C;\ C = 2;\ x^2 = 2\left(1+y^2\right).$$

4) Частный интеграл:

$$y = \sqrt{\frac{x^2}{2} - 1}.$$

Ответ: $y = \sqrt{\frac{x^2}{2} - 1}.$ $\otimes$

Дифференциальные уравнения с однородной правой частью

Пример 6.7.3. Найти интегральные кривые дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x^2 + 2xy - 5y^2}{2x^2 - 6xy}.$$

Р е ш е н и е. Это уравнение с однородной правой частью.

1) Разделим числитель и знаменатель на x^2:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{1+2\frac{y}{x}-5\left(\frac{y}{x}\right)^2}{2-6\frac{y}{x}}.$$

2) Совершаем подстановку

$$u(x)=\frac{y}{x},$$

где $u(x)-$ новая искомая функция. Так как

$$y'=u+xu',$$

получаем новый вид уравнения:

$$u+x\frac{du}{dx}=\frac{1+2u-5u^2}{2-6u}.$$

После простых преобразований получаем

$$\frac{du}{dx}x=\frac{1+u^2}{2-6u}.$$

3) Разделяем переменные, предполагая, что $1+u^2\neq 0,\ x\neq 0$:

$$\frac{2-6u}{1+u^2}du=\frac{dx}{x}.$$

4) Интегрируем:

$$2arctgu-3\ln\left(1+u^2\right)=\ln|x|+C.$$

Заменяя $u(x)=\frac{y}{x}$, получаем:

$$2arctg\frac{y}{x}-3\ln\left(1+\frac{y}{x^2}^2\right)-\ln|x|=C.$$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением

$$2arctg\frac{y}{x}-3\ln\left(1+\frac{y}{x^2}^2\right)-\ln|x|=C.\otimes$$

Линейные дифференциальные уравнения первого порядка

Пример 6.7.4. Найти общее решение уравнения

$$\frac{dy}{dx}+3y=e^{2x}.$$

Р е ш е н и е. Здесь $p(x)=3,\ f(x)=e^{2x}$.

1) Сначала решаем однородное уравнение

$$\frac{dy}{dx}=-3y,$$

соответствующее данному неоднородному уравнению:

$$\frac{dy}{dx}=-3y;$$

$$\frac{dy}{y}=-3dx;$$

$$\ln|y|=-3x+\ln C_1;$$

$$|y|=C_1e^{-3x};$$

$$y=C_2e^{-3x}.$$

2) Ищем решение исходного уравнения в виде $z=C_2(x)e^{-3x}$. Подстановка в исходное уравнение даёт:

$$\frac{dC_2(x)}{dx}=e^{5x};$$

$$C_2(x)=\int e^{5x}dx+C;$$

$$C_2(x)=\frac{1}{5}e^{5x}+C.$$

3) Подставляем в решение:

$$z=\frac{1}{5}e^{2x}+Ce^{-3x}.$$

Ответ: общее решение имеет вид

$$z = \frac{1}{5}e^{2x} + Ce^{-3x}. \otimes$$

Пример 6.7.5. Найти решение задачи Коши для уравнения

$$\frac{dy}{dx} - \frac{1}{x}y = -\frac{2}{x^2}$$

с начальным условием $y(1) = 1.$

Р е ш е н и е. Воспользуемся формулой

$$y = e^{-\int p(x)dx}\left(\int q(x)e^{\int p(x)dx} + C\right),$$

следующей из метода вариации произвольной постоянной.

1) Находим общее решение:

$$z = e^{-\int p(x)dx}\left(\int q(x)e^{\int p(x)dx} + C\right) = e^{\int \frac{dx}{x}}\left(-2\int \frac{1}{x^2}e^{-\int \frac{1}{x}dx}\right) = \frac{1}{x} + Cx.$$

2) Используем начальное условие

$$\frac{1}{1^2} + C = 1,$$

откуда $C = 0$. Решение задачи Коши принимает вид:

$$z = \frac{1}{x}.$$

Ответ: $y = \frac{1}{x}. \otimes$

Неполные обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка

Пример 6.7.6. Найти частное решение ОДУ

$$\frac{d^2y}{dx^2} = xe^x,$$

удовлетворяющее начальным условиям $y\big|_{x=0} = 1, \frac{dy}{dx}\big|_{x=0} = 0.$

Р е ш е н и е. Интегрируем уравнение последовательно:

1) $\dfrac{dy}{dx} = \int xe^x dx + C_1 = \left\{ \begin{matrix} u = x, & du = dx, \\ dv = e^x dx, & v = e^x. \end{matrix} \right\} = xe^x - \int e^x dx + C_1 =$

$= (x-1)e^x + C_1;$

2) $y = \int (x-1)e^x dx + C_1 x + C_2 = \left\{ \begin{matrix} u = x-1, & du = dx, \\ dv = e^x dx, & v = e^x. \end{matrix} \right\} =$

$= (x-2)e^x + C_1 x + C_2.$

Так как в силу первого начального условия $\dfrac{dy}{dx}\Big|_{x=0} = 0$, получаем:

$(0-1)e^0 + C_1 = 0,\ C_1 = 1.$

Так как в силу второго начального условия $y\big|_{x=0} = 1$, получаем:

$(0-2)e^0 + C_1 \cdot 0 + C_2 = 1,\ C_2 = 3.$

Теперь частное решение, удовлетворяющее заданным условиям, принимает вид

$y = (x-2)e^x + x + 3. \otimes$

Пример 6.7.7. Найти общее решение ОДУ

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)^2 - 3\frac{d^2y}{dx^2} + 2 = 0.$$

Р е ш е н и е. Решаем уравнение относительно $z = \dfrac{d^2y}{dx^2}$:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 1,\ \frac{d^2y}{dx^2} = 2.$$

Интегрируем получившиеся ОДУ последовательно:

1) $\dfrac{d^2y}{dx^2} = 1,\ \dfrac{dy}{dx} = x + C_1,\ y = \dfrac{1}{2}x^2 + C_1 x + C_2;$

2) $\dfrac{d^2y}{dx^2} = 2,\ \dfrac{dy}{dx} = 2x + C_3,\ y = x^2 + C_3 x + C_4.$

Совокупность этих решений образует общий интеграл ОДУ.

Так как квадратный трёхчлен имеет разложение

$$z^2-3z+2=(z-z_1)(z-z_2),$$

то общий интеграл ОДУ имеет вид:

$$\left(y-\frac{1}{2}x^2-C_1x-C_2\right)\cdot\left(y-x^2-C_3x-C_4\right)=0.\otimes$$

Пример 6.7.8. Найти общее решение ОДУ

$$\frac{d^3y}{dx^3}=-\frac{1}{2}\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)^3.$$

Р е ш е н и е. Положим $\frac{d^2y}{dx^2}=z$, тогда из уравнения получаем

$$\frac{dz}{dx}=-\frac{1}{2}z^3.$$

Интегрируя получившееся уравнение, получаем

$$\frac{dz}{dx}=-\frac{1}{2}z^3,\ \frac{dz}{z^3}=-\frac{1}{2}dx,\ \frac{1}{z^2}=x+C_1,\ z^2=\frac{1}{x+C_1}.$$

Заменяя $z=\frac{d^2y}{dx^2}$, получаем уравнение

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)^2=\frac{1}{x+C_1}.$$

Уравнение содержит только x и y. Разрешая его относительно $\frac{d^2y}{dx^2}$, получаем

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{\pm1}{\sqrt{x+C_1}}.$$

Это уравнение интегрируем последовательно:

$$\frac{dy}{dx}=\pm\int\frac{dx}{\sqrt{x+C_1}}+C_2=\left\{dx=d\left(x+C_1\right)\right\}=$$

$$= \pm\int \left(x + C_1\right)^{-1/2} d\left(x + C_1\right) + C_2 = \pm\left(x + C_1\right)^{1/2} + C_2$$

$$y_1 = \int \left(x + C_1\right)^{1/2} dx + C_2 x + C^3 = \left(x + C_1\right)^{3/2} + C_2 x + C^3,$$

$$y_2 = -\int \left(x + C_1\right)^{1/2} dx + C_2 x + C^3 = -\left(x + C_1\right)^{3/2} + C_2 x + C^3. \otimes$$

Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка

Пример 6.7.9. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 2y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^2 + k - 2 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -2,\ k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\left\{e^{-2x},\ e^{x}\right\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-2x} + C_2 e^{x}. \otimes$$

Пример 6.7.10. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} + y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^2 - 2k + 1 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^x,\ xe^x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = (C_1 + C_2 x)e^x. \otimes$$

Пример 6.7.11. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 4\frac{dy}{dx} + 13y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^2 - 4k + 13 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = 2 + 3i,\ k_2 = 2 - 3i.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{2x}\cos 3x,\ e^{2x}\sin 3x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = e^{2x}(C_1\cos 3x + C_2\sin x). \otimes$$

Пример 6.7.12. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^3y}{dx^3} - 2\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^3 - 2k^2 - k + 2 = 0.$$

Преобразуем характеристическое уравнение:

$$(k^2 - 1)(k - 2) = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -1,\ k_2 = 1,\ k_3 = 2.$$

Фундаментальная система решений

$$\left\{e^{-x},\, e^{x},\, e^{2x}\right\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-x} + C_2 e^{x} + C_3 e^{2x}. \otimes$$

Пример 6.7.13. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^3y}{dx^3} - 4\frac{d^2y}{dx^2} + 6\frac{dy}{dx} - 4y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^3 - 4k^2 + 6k - 4 = 0.$$

Корень ищем среди множителей свободного члена, это 2 и 4. Проверяем 2, для чего делим уголком:

$$k^3 - 4k^2 + 6k - 4 = (k-2)\left(k^2 - 2k + 2\right).$$

Уравнение принимает вид:

$$(k-2)\left(k^2 - 2k + 2\right) = 0.$$

Находим оставшиеся корни характеристического уравнения

$$k_1 = 2,\; k_2 = 1+i,\; k_3 = 1-i.$$

Фундаментальная система решений

$$\left\{e^{2x},\, e^{x}\cos x,\, e^{x}\sin x\right\}.$$

Общее решение записывается в виде:

$$y(x) = C_1 e^{2x} + e^{x}\left(C_2\cos x + C_3\sin x\right). \otimes$$

Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Лагранжа

Пример 6.7.14. Найти общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2y}{dx^2} - y = x^2 - x + 1.$$

Р е ш е н и е. 1) Однородное уравнение

$$\frac{d^2y}{dx^2} - y = 0.$$

Характеристическое уравнение

$$k^2 - 1 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -1,\ k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\left\{e^{-x},\ e^{x}\right\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-x} + C_2 e^{x}.$$

2) Решение неоднородного уравнения ищем в виде

$$z(x) = C_1(x)e^{-x} + C_2(x)e^{x}.$$

Система линейных алгебраических уравнений для производных новых функций в общем виде

$$\begin{cases} y_1 \dfrac{dC_1}{dx} + y_2 \dfrac{dC_2}{dx} = 0, \\ \dfrac{dy_1}{dx}\dfrac{dC_1}{dx} + \dfrac{dy_2}{dx}\dfrac{dC_2}{dx} = f(x). \end{cases}$$

В нашем случае

$$\begin{cases} e^{-x} \dfrac{dC_1}{dx} + e^{x} \dfrac{dC_2}{dx} = 0, \\ -e^{-x} \dfrac{dC_1}{dx} + e^{x} \dfrac{dC_2}{dx} = x^2 - x + 1. \end{cases}$$

Решаем систему, например, по формулам Крамера, в результате получаем:

$$\frac{dC_1}{dx} = -\frac{1}{2}e^{x}\left(x^2 - x + 1\right);\ \frac{dC_2}{dx} = \frac{1}{2}e^{-x}\left(x^2 - x + 1\right).$$

3) Решение первого из уравнений:

$$C_1 = -\frac{1}{2}\int e^{x}\left(x^2 - x + 1\right)dx + A_1 = \ldots = \left(-\frac{1}{2}x^2 + \frac{3}{2}x - 2\right)e^{x} + A_1.$$

Решение второго уравнения:

$$C_2 = -\frac{1}{2}\int e^{-x}\left(x^2 - x + 1\right)dx + A_2 = \ldots = \left(-\frac{1}{2}x^2 - \frac{3}{2}x + 12\right)e^{-x} + A_2.$$

Общее решение неоднородного уравнения

$$z(x) = A_1 e^{-x} + A_2 e^{x} - x^2 + x - 1. \otimes$$

Примеры из механики

Пример 6.7.15. С аэростата, падающего с высоты H со скоростью v_0, сбросили балласт, после чего его падение замедлилось и через некоторое время сменилось подъёмом, так что через время t_0 аэростат поднялся на высоту, с которой сбросили балласт. Считая, что масса аэростата без балласта равна m, а сила сопротивления воздуха R и подъёмная сила аэростата T постоянны, определить, сколько времени после сброса балласта аэростат опускался.

Р е ш е н и е. Начало системы координат поместим в нижнюю точку траектории аэростата, ось OZ направим вертикально вверх (рисунок 1). По условию задачи силы, действующие на аэростат в течение всего времени движения остаются постоянными.

Уравнение второго закона динамики для опускающегося аэростата имеет вид:

$$m\ddot{z} = T + R - G, \qquad (1)$$

где $G = mg$ – сила тяжести. В начальный момент времени аэростат находился на высоте H, поэтому начальные условия запишутся в виде

$$z(0) = H,\ \dot{z}(0) = -v_0. \qquad (2)$$

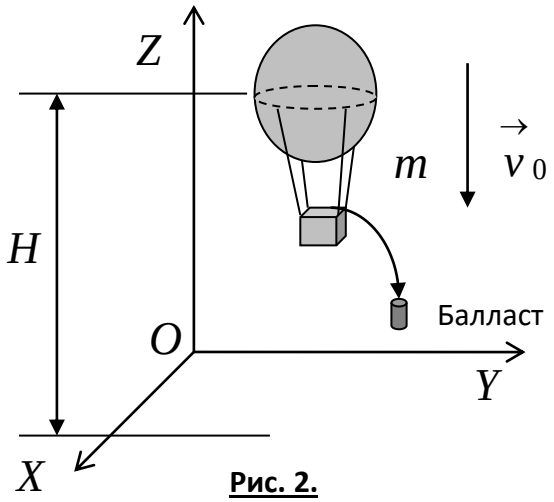


Рис. 2.

Уравнение (1) – это простейшее обыкновенное дифференциальное уравнение, не содержащее в правой части искомой функции и независимой переменной. Интегрируя два раза, получаем:

$$m\dot{z} = (T + R - G)t + C_1, \quad (3)$$

$$mz = \frac{T + R - G}{2}t^2 + C_1 t + C_2. \quad (4)$$

Используя начальные условия (2), получаем для постоянных: $C_1 = -mv_0$, $C_2 = mH$. Теперь уравнения движения принимают вид:

$$\dot{z} = \frac{T + R - G}{m}t - v_0, \quad (5)$$

$$z = \frac{T + R - G}{2m}t^2 - v_0 t + H. \quad (6)$$

Для поднимающегося аэростата уравнение второго закона динамики и начальные условия имеют вид:

$$m\ddot{z} = T - R - G, \quad (7)$$

$$z(0) = 0,\ \dot{z}(0) = 0. \quad (8)$$

Интегрируя (7), получаем:

$$m\dot{z} = (T - R - G)t + C_1, \quad (9)$$

$$mz = \frac{T - R - G}{2}t^2 + C_1 t + C_2. \quad (10)$$

Из начальных условий (8) для постоянных получаем $C_1 = 0$, $C_2 = 0$, откуда получаем уравнение движения:

$$z = \frac{T - R - G}{2m}t^2. \quad (11)$$

Обозначим время падения аэростата t_1, а время подъёма t_2. Из условия задачи $t_0 = t_1 + t_2$. Подставляя $t = t_1$, $\dot{z}(t_1) = 0$, $z(t_1) = 0$ в (5) и (6) и $t = t_2$, $z(t_2) = H$ в (11), получаем систему уравнений

$$\begin{cases} \dfrac{T+R-G}{m}t_1 - v_0 = 0, \\ \dfrac{T+R-G}{2m}t_1^2 - v_0 t_1 + H = 0, \\ \dfrac{T-R-G}{2m}t_2^2 = H. \end{cases} \qquad (12)$$

Исключая из уравнений системы (12) неизвестные H и v_0 с учётом того, что $t_2 = t_0 - t_1$, получаем:

$$t_1 = \frac{t_0}{1+\dfrac{\sqrt{T+R-mg}}{T-R-mg}}. \otimes$$

Пример 6.7.16. Грузовик массой m имеет максимальную скорость $v_{\max}$ и разгоняется с места до скорости v_* за время t_*. Сила сопротивления пропорциональна скорости. Чему равняется средняя сила тяги двигателя грузовика?

Р е ш е н и е. Силы, действующие на грузовик, изображены на рисунке 2. При решении задачи предполагаем, что средняя сила тяги двигателя $\vec{F}$ постоянна.

После проектирования на оси системы координат дифференциальное уравнение движения имеет вид:

$$m\ddot{x} = F - R.$$

Здесь сила трения $\vec{R} = k\vec{v}$, где коэффициент динамического трения $k > 0$ неизвестен; $\vec{N}$ – сила реакции опоры (дороги); $\vec{G}$ – сила тяжести.

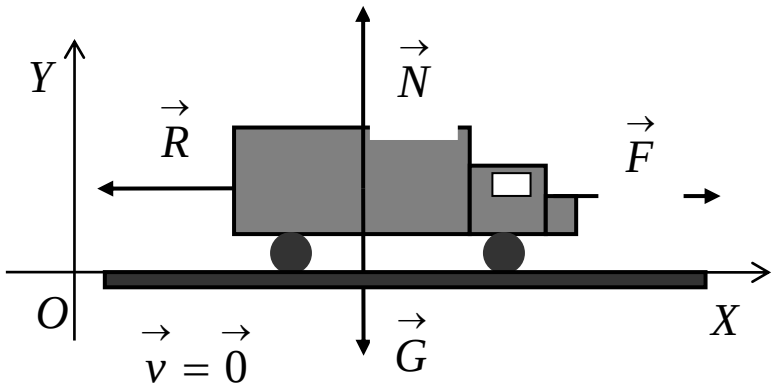


Рис. 2.

Обозначая $\dot{x}=v$, получаем:

$$m\dot{v}=F-kv \Rightarrow m\frac{dv}{dt}=F-kv \Rightarrow \frac{mdv}{F-kv}=dt \Rightarrow$$

$$-\frac{m}{k}\int\frac{d(F-kv)}{F-kv}=t+C \Rightarrow -\frac{m}{k}\ln(F-kv)=t+C.$$

Начальные условия $x(0)=0$ и $\dot{x}(0)=v(0)=0$. Из условия на скорость получаем, что $C=-\frac{m}{k}\ln F$. Подстановка даёт

$$t=-\frac{m}{k}\ln(F-kv)+\frac{m}{k}\ln F=-\frac{m}{k}\ln\frac{F-kv}{F} \Rightarrow t=-\frac{m}{k}\ln\left(1-\frac{kv}{F}\right). \quad (1)$$

Так как задана максимальная скорость $v_{\max}$, то из необходимого условия экстремума получаем:

$$\frac{dv}{dt}=0 \Rightarrow m\ddot{x}=F-kv_{\max}=0 \Rightarrow k=\frac{F}{v_{\max}}. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), при $t=t_*$ и $v=v_*$, получаем:

$$t_*=-\frac{m}{F/v_{\max}}\ln\left(1-\frac{(F/v_{\max})v_*}{F}\right) \Rightarrow t_*=-\frac{mv_{\max}}{F}\ln\left(1-\frac{v_*}{v_{\max}}\right) \Rightarrow$$

$$F = -\frac{mv_{\max}}{t_*}\ln\frac{v_{\max}-v_*}{v_{\max}} \Rightarrow F = \frac{mv_{\max}}{t_*}\ln\frac{v_{\max}}{v_{\max}-v_*}. \otimes$$

Практическое занятие 8. Системы ОДУ

Линейные однородные системы ОДУ, метод Эйлера

Пример 6.8.1. Дана система ОДУ

$$\begin{cases} \dfrac{dy^1}{dt} + y^1 + 2y^2 = 0, \\ \dfrac{dy^2}{dt} - 3y^1 - 4y^2 = 0. \end{cases}$$

Найти общее решение этой системы.

Р е ш е н и е. Систему можно записать в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\frac{d}{dt}\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & -4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Частное решение ищем в виде

$$y^1(t) = x^1 e^{-\mu t},\ y^2(t) = x^2 e^{-\mu t}.$$

Подставляя в систему уравнений частное решение и сокращая на неравный нулю множитель $e^{-\mu t}$, получаем

$$\begin{cases} (1-\mu)x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - (\mu+4)x^2 = 0. \end{cases}$$

Это однородная СЛАУ, характеристическое уравнение для неё имеет вид

$$\begin{vmatrix} 1-\mu & 2 \\ -3 & -\mu-4 \end{vmatrix} = 0,$$

или

$$\mu^2 + 3\mu + 2 = 0.$$

Характеристические числа (собственные значения)

$$\mu_1 = -2,\ \mu_2 = -1.$$

1) Для $\mu_1 = -2$ имеем СЛАУ

$$\begin{cases} 3x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - 2x^2 = 0, \end{cases}$$

которая сводится к уравнению

$$3x^1 + 2x^2 = 0.$$

Решение этого уравнения, полагая $x^2 = a \in R^1$, запишем в виде

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}a \\ a \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} -\frac{2}{3} \\ 1 \end{pmatrix},$$

Таким образом, имеем первый собственный вектор

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3} \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Частное решение, соответствующее первому собственному значению, имеет вид

$$\begin{pmatrix} y_1^1 \\ y_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} \\ e^{2t} \end{pmatrix}.$$

2) Для $\mu_1 = -2$ имеем СЛАУ

$$\begin{cases} 2x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - 3x^2 = 0, \end{cases}$$

которая сводится к одному уравнению

$$x^1 + x^2 = 0.$$

Полагая $x^2 = b \in R^1$, получим

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -b \\ b \end{pmatrix} = b\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Второй собственный вектор имеет вид

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Частное решение, соответствующее второму собственному вектору, имеет вид

$$\begin{pmatrix} y_2^1 \\ y_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^t \\ e^t \end{pmatrix}.$$

3) Составляем фундаментальную матрицу:

$$Y(t) = \begin{pmatrix} y_1^1 & y_2^1 \\ y_1^2 & y_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} & -e^t \\ e^{2t} & e^t \end{pmatrix}.$$

Теперь общее решение находится по формуле

$$|y(t)\rangle = Y(t)|C\rangle.$$

Подставляя в эту формулу выражение для фундаментальной матрицы, получаем:

$$\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} & -e^t \\ e^{2t} & e^t \end{pmatrix}\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}C_1e^{2t} - C_2e^t \\ C_1e^{2t} + C_2e^t \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 6.8.2. Найти общее решение системы ОДУ

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - y_2 - y_3 = 0, \\ \dfrac{dy_2}{dt} - y_1 - y_3 = 0, \\ \dfrac{dy_3}{dt} - y_1 - y_2 = 0. \end{cases} \qquad (1)$$

Р е ш е н и е. Решение ищем в виде

$$y_1 = x_1e^{-\mu t},\ y_2 = x_2e^{-\mu t},\ y_3 = x_3e^{-\mu t}.$$

Подставляя в систему уравнений (1), получаем СЛАУ для определения собственных векторов

$$\begin{cases} -\mu x_1 - x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - \mu x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - x_2 - \mu x_3 = 0. \end{cases} \qquad (2)$$

Эта система уравнений нетривиально совместна, если выполнено условие

$$\begin{vmatrix} -\mu & -1 & -1 \\ -1 & -\mu & -1 \\ -1 & -1 & -\mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \mu_1 = -2,\ \mu_2 = \mu_3 = 1.$$

Корню $\mu_1 = -2$ соответствует система уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 + 2x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - x_2 + 2x_3 = 0. \end{cases}$$

Если решать данную систему методом Гаусса, то получим

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Получаем одно решение исходной системы уравнений

$$|y_1\rangle = a|a_1\rangle = e^{2t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{2t} \\ e^{2t} \\ e^{2t} \end{pmatrix}.$$

Так как ранг матрицы СЛАУ (2) при $\mu_2 = \mu_3 = 1$ равен 1, то система уравнений сводится к одному уравнению

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.$$

Полагая $x_2 = a$, $x_3 = b$, получаем решение в виде

$$|x\rangle = a|a_2\rangle + b|a_3\rangle \Rightarrow \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = b \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + c \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Каждому из базисных решений

$$|a_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} =, |a_3\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

соответствует одно частное решение

$$|y_2\rangle = e^{-t} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^{-t} \\ e^{-t} \\ 0 \end{pmatrix}, |y_3\rangle = e^{-t} \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^{-t} \\ 0 \\ e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Определитель, составленный из этих решений

$$\begin{vmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{vmatrix} = 1 \neq 0,$$

следовательно, найденные решения образуют линейно независимую систему, то есть фундаментальную систему решений исходной системы ОДУ. Составим фундаментальную матрицу

$$Y(t) = \begin{pmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Теперь общее решение запишем в виде

$$|y(t)\rangle = \begin{pmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 e^{2t} - C_2 e^{-t} - C_3 e^{-t} \\ C_1 e^{2t} + C_2 e^{-t} \\ C_1 e^{2t} + C_3 e^{-t} \end{pmatrix}. \otimes$$

Линейные неоднородные системы ОДУ, метод Лагранжа

Пример 6.8.3. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - y_2 = 0, \\ \dfrac{dy_2}{dt} - y_1 = \dfrac{1}{t^2} + \ln t. \end{cases} \tag{1}$$

Р е ш е н и е. Решаем систему методом Лагранжа. Для этого сначала находим общее решение соответствующей однородной системы

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - y_2 = 0, \\ \dfrac{dy_2}{dt} - y_1 = 0. \end{cases} \tag{2}$$

Подставляя $y_1 = x_1 e^{-\mu t}$ и $y_2 = x_2 e^{-\mu t}$, записываем характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix} \mu & 1 \\ 1 & \mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \mu^2 - 1 = 0 : \mu_1 = -1;\ \mu_2 = 1.$$

Находим собственные векторы.

1) Для $\mu_1 = -1$ система сводится к уравнению

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 = 0 \\ x_1 - x_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow x_1 - x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = a \Rightarrow x_1 = a.$$

Вектор решения принимает вид:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Первый собственный вектор

$$|x_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2) Для $\mu_2 = 1$ система сводится к уравнению

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 0 \\ x_1 + x_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow x_1 + x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = b \Rightarrow x_1 = -b.$$

Второй собственный вектор

$$|x_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Теперь частные решения имеют вид:

$$\mu_1 = -1 \Rightarrow |y_1\rangle = e^t\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^t \\ e^t \end{pmatrix};$$

$$\mu_2 = 1 \Rightarrow |y_2\rangle = e^{-t}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{-t} \\ e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Общее решение системы (2) записывается так:

$$|y(t)\rangle = C_1|y_1\rangle + C_2|y_2\rangle = C_1 e^{-\mu_1 t}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} + C_2 e^{-\mu_2 t}\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}?$$

откуда имеем

$$y_1(t) = C_1 e^t + C_2 e^{-t},\ y_2(t) = C_1 e^t - C_2 e^{-t}.$$

Общее решение неоднородной системы ищем в виде:

$$\begin{cases} z_1(t) = C_1(t)e^t + C_2(t)e^{-t}, \\ z_2(t) = C_1(t)e^t - C_2(t)e^{-t}. \end{cases} \quad (3)$$

Подставляя в систему уравнений (1), получаем после дифференцирований и приведения подобных

$$\begin{cases} \dfrac{dC_1}{dt}(t)\cdot e^t + \dfrac{dC_2}{dt}(t)\cdot e^{-t} = 0, \\ \dfrac{dC_1}{dt}(t)\cdot e^t - \dfrac{dC_2}{dt}(t)\cdot e^{-t} = \dfrac{1}{t^2} + \ln t. \end{cases}$$

Определитель системы

$$\begin{vmatrix} e^t & e^{-t} \\ e^t & -e^{-t} \end{vmatrix} = -1-1 = -2.$$

Решение системы по формулам Крамера имеет вид:

$$\frac{dC_1}{dt}(t) = -\frac{1}{2}\begin{vmatrix} 0 & e^{-t} \\ \dfrac{1}{t^2}+\ln t & -e^{-t} \end{vmatrix} = \frac{1}{2}e^{-t}\left(\frac{1}{t^2}+\ln t\right),$$

$$\frac{dC_2}{dt}(t) = -\frac{1}{2}\begin{vmatrix} 0 & e^{-t} \\ \dfrac{1}{t^2}+\ln t & -e^{-t} \end{vmatrix} = \frac{1}{2}e^{t}\left(\frac{1}{t^2}+\ln t\right).$$

Откуда, после интегрирования получаем

$$C_1(t) = -\frac{1}{2}e^{-t}\left(\frac{1}{t}+\ln t\right) + A_1,\ C_2(t) = \frac{1}{2}e^{t}\left(\frac{1}{t}-\ln t\right) + A_2.$$

Подставляя в формулы (3), получаем общее решение неоднородной системы уравнений (1) в виде:

$$\begin{cases} z_1(t) = A_1e^t + A_2e^{-t} - \ln t, \\ z_2(t) = A_1e^t - A_2e^{-t} - \dfrac{1}{t}. \end{cases} \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

Интегрирование и теория поля

1. Вычислить криволинейный интеграл первого рода

$$I = \int_W xy dl,$$

где путь W – контур треугольника с вершинами: $A(-1; 0)$, $B(1; 0)$, $C(0; 1)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W (x + y)dx - xdy,$$

где путь W – отрезок ломаной линии, соединяющий точки

$$A(0; 0), B(2; 0), C(4; 2).$$

3. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W xdy - ydx,$$

где W – путь, заданный неявным уравнением $y = x^3$, соединяющий точки $A(0; 0)$ и $B(2; 8)$.

4. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W x^2 dx + y^2 dy,$$

где W – путь, заданный неявным уравнением $y = \sqrt{x}$, соединяющий точки $A(0; 0)$ и $B(1; 1)$.

5. Вычислить двойной интеграл

$$I = \iint_D \left(5x^2 y - 2y^3\right)dxdy$$

по прямоугольнику $D = \{(x, y) \in R_2 : 2 \le x \le 5 \wedge 1 \le y \le 3\}$.

6. Вычислить двойной интеграл

$$I = \iint_D (x^2 + y)dxdy$$

по области, ограниченной параболами $y = x^2$ и $y^2 = x$.

7. Вычислить двойные интегралы, переходя к полярным координатам:

а) $\iint_D e^{x^2+y^2} dxdy$, где D – круг $x^2 + y^2 \le 1$;

б) $\iint\limits_D \left(x^2+y^2\right)dxdy$, где D – круг $x^2+y^2 \le 4$;

в) $\iint\limits_D \left(x^2+y^2\right)dxdy$, где D – круг $x^2+y^2 \le 2x$;

г) $\iint\limits_D \sqrt{1+x^2+y^2}\,dxdy$, где D – первая четверть круга $x^2+y^2 \le 1$.

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями с уравнениями:

а) $y=\ln x,\ x-y=1,\ y=-1$;

б) $y=x^2,\ 4y=x^2,\ x=2,\ x=-2$.

9. Вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint\limits_V \dfrac{dxdydz}{(1+x+y+z)^3}$, где область V ограничена плоскостями с уравнениями

$x=0,\ y=0, z=0,\ x+y+z=1$;

б) $\iiint\limits_V (x+y)dxdydz$, где область V ограничена плоскостями с уравнениями

$x=0,\ y=0, z=0,\ x=1,\ y=1,\ z=1$.

10. Переходя к цилиндрическим координатам, вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint\limits_V \left(x^2+y^2\right)dxdydz$, где область V ограничена поверхностями с уравнениями

$x^2+y^2=1,\ z=2$;

б) $\iiint\limits_V z dxdydz$, где область V ограничена поверхностями с уравнениями

$x^2+y^2=1,\ z=0,\ z=a\ (a>0)$.

11. Переходя к сферическим координатам, вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint\limits_V \left(x^2+y^2+z^2\right)dxdydz$, где область V – это шар $x^2+y^2+z^2 \le R^2$;

б) $\iiint\limits_V \left(x^2+y^2\right)dxdydz$, где область V – это верхняя половина шара

$x^2+y^2+z^2 \le R^2$.

12. Вычислить поверхностные интегралы первого рода:

а) $\iint\limits_F (x+18y+24z)ds$, где поверхность F задана неявным уравнением

$$x+2y+3z=1,$$

и неравенствами $x \geq 0,\ y \geq 0, z \geq 0$;

б) $\iint\limits_F (x^2+y^2)ds$, где поверхность F задана неявным уравнением

$$x^2+y^2-z^2=0,$$

и неравенствами $0 \leq z \leq 1.$

13. Вычислить поверхностные интегралы второго рода:

а) $\iint\limits_F zdxdy$, где поверхность F – верхняя сторона верхней половины сферы

$$x^2+y^2+z^2=9;$$

б) $\iint\limits_F (x^2+y^2)dxdy$, где поверхность F – верхняя сторона части параболоида с уравнением

$$z=1-x^2-y^2,$$

отсечённая плоскостью $z=0$.

14. Найти производную скалярного поля $u=x^2+y^2-3x+2y$ по направлению радиуса-вектора точки $M(3;\ 4)$ в начале координат.

15. Найти градиент плоского скалярного поля $u=\sqrt{4+x^2+y^2}$ в точке $M(2;1)$.

16. Найти производную функции, определённой формулой $u=\frac{xyz}{3}$, в точке $M_0(1;\ 2;\ 3)$ по направлению вектора $\vec{M_0M}$, если $M(4;1;6)$.

17. Доказать, что

а) $\operatorname{grad} r=\frac{\vec{r}}{r}$; б) $\operatorname{grad}\frac{1}{r}=-\frac{\vec{r}}{r^3}$.

18. Показать, что

$$\operatorname{grad} f(u,v)=\frac{\partial f}{\partial u}\operatorname{grad} u+\frac{\partial f}{\partial v}\operatorname{grad} v.$$

19. Найти

а) $\operatorname{div}\vec{r}$; б) $\operatorname{div}\left(r^4\,\vec{r}\right)$; в) $\operatorname{div}\left(\left(\vec{A},\vec{r}\right)\vec{B}\right)$.

20. Найти $\operatorname{div}\vec{A}$, если:

а) $\vec{A}=(x-y)(y-z)\vec{e}_1+(y-z)(z-x)\vec{e}_2+(z-x)(x-y)\vec{e}_3$;

б) $\vec{A}=\left(x^2+y^2\right)(y-z)\vec{e}_1+\left(y^2+z^2\right)(z-x)\vec{e}_2+\left(z^2+x^2\right)(x-y)\vec{e}_3$.

21. Найти ротор векторного поля $\vec{A}(M)$:

а) $\vec{A}=\frac{y}{x}\vec{e}_1+\frac{z}{y}\vec{e}_2+\frac{x}{z}\vec{e}_3$;

б) $\vec{A}=yz\,\vec{e}_1+z(x+2y)\vec{e}_2+y(x+y)\vec{e}_3$.

22. Доказать двумя способами (в декартовых координатах и с помощью оператора Гамильтона), что для произвольного скалярного поля $\varphi(M)$ и для произвольных векторных полей $\vec{A}(M)$ и $\vec{B}(M)$ справедливы следующие формулы:

а) $\left(\vec{A},\nabla\right)\varphi\vec{B}=\vec{B}\left(\vec{A},\nabla\varphi\right)+\varphi\left(\vec{A},\nabla\right)\vec{B}$;

б) $\vec{C}\cdot\nabla\left(\vec{A},\vec{B}\right)=\vec{A}\cdot\left(\left(\vec{C},\nabla\right),\vec{B}\right)+\vec{B}\cdot\left(\left(\vec{C},\nabla\right),\vec{A}\right)$;

в) $\left(\vec{C},\nabla\right)\left[\vec{A},\vec{B}\right]=\left[\vec{A},\left(\vec{C},\nabla\right)\vec{B}\right]-\left[\vec{B},\left(\vec{C},\nabla\right)\vec{A}\right]$.

23. Найти результат действия векторных дифференциальных операций:

а) $\operatorname{div}(\varphi\operatorname{grad}\varphi)$;

б) $\operatorname{rot}(\varphi\operatorname{grad}\psi)$;

в) $\operatorname{rot}\left[\vec{A},\operatorname{rot}\vec{\mathrm{B}}\right]$.

24. Найти векторные линии векторных полей:

а) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = 2y\,\vec{e}_1 + 6x\,\vec{e}_2$;

б) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = 2x\,\vec{e}_1 + 3y\,\vec{e}_2$;

в) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = 2y\,\vec{e}_2 + 6z\,\vec{e}_3$.

25. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{A}\left(\vec{x}\right)$ вдоль заданного замкнутого контура с заданной параметризацией:

а) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = y\,\vec{e}_1 - z\,\vec{e}_2 + x^2 y\,\vec{e}_3$,

$x = 2\cos t,\ y = \sin t,\ z = 1,\ t \in [0,\ 2\pi]$;

б) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = z\,\vec{e}_1 - x\,\vec{e}_2 + yz\,\vec{e}_3$,

$x = 2\cos t,\ y = 6\sin t,\ z = 3,\ t \in [0,\ 2\pi]$;

в) $\vec{A}\left(\vec{x}\right) = 4y\,\vec{e}_1 + x\,\vec{e}_2 + y\,\vec{e}_3$,

$x = \cos t,\ y = \sin t,\ z = 2 - \cos t - \sin t,\ t \in [0,\ 2\pi]$.

Обыкновенные дифференциальные уравнения

1. Найти общее решение обыкновенного дифференциального уравнения с разделяющимися переменными.

1) Решить уравнение $(1+y)dx - (1-x)dy = 0$.

Ответ: $(1+y)(1-x) = C$.

2) Решить уравнение $\left(1+e^x\right)yy' = e^x$.

Ответ: $\dfrac{y^2}{2} = \ln\left(1+e^x\right) + C$.

3) Решить уравнение $x\sqrt{1+y^2}+yy'\sqrt{1+x^2}=0.$

Ответ: $\sqrt{1+y^2}+\sqrt{1+x^2}=C.$

2. Найти общее решение уравнения с однородной правой частью.

1) Найти интегральные кривые уравнения $y'=e^{\frac{y}{x}}+\frac{y}{x}.$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением $e^{-\frac{y}{x}}+\ln|x|=C.$

2) Найти интегральные кривые уравнения $y'=\frac{y}{x}-1.$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением $xe^{\frac{y}{x}}=C.$

3) Найти интегральные кривые уравнения

$$\left(x^2+2xy\right)dx+xydy=0.$$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением

$$\ln|x+y|+\frac{x}{x+y}=C.$$

3. Найти общее решение линейного дифференциального уравнения первого порядка. Если указаны начальные условия, то найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию.

1) $(2x+1)\frac{dy}{dx}=4x+2y.$

2) $\frac{dy}{dx}-\frac{y}{1-x^2}-1-x=0,\ y(0)=0.$

3) $x\frac{dy}{dx}+y-e^x=0,\ y(a)=b.$

4) $\frac{dy}{dx}\cos^2 x+y=\operatorname{tg}x,\ y(0)=0.$

5) $\frac{dy}{dx}-\frac{y}{x\ln x}=x\ln x,\ y(e)=\frac{e^2}{2}.$

6) $\frac{dy}{dx}-y\operatorname{tg}x=\cos x,\ y(0)=0.$

7) $\frac{dy}{dx} + y\cos x = e^{\sin x},\ y(0) = 0.$

8) $x\frac{dy}{dx} + y = x^2.$

9) $x^2\frac{dy}{dx} - 2xy = 3.$

10) $x^2\frac{dy}{dx} - 2xy = 3y.$

11) $\frac{dy}{dx} - ay = e^{bx}.$

4. Найти общее решение линейного однородного обыкновенного дифференциального уравнения порядка выше второго.

1) $\frac{d^3y}{dx^3} - 8y = 0.$

2) $\frac{d^4y}{dx^3} - y = 0.$

3) $\frac{d^4y}{dx^4} - 5\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 0.$

4) $\frac{d^4y}{dx^4} + \frac{d^3y}{dx^3} + 8\frac{d^2y}{dx^2} + 8\frac{dy}{dx} + 4y = 0.$

5) $\frac{d^5y}{dx^5} - 6\frac{d^4y}{dx^4} + 9\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$

5. Найти общее решение линейного неоднородного обыкновенного дифференциального уравнения.

1) $\frac{d^2y}{dx^2} - 4y = -12x^2 + 6x - 4.$

2) $\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} + y = 4e^x.$

3) $\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} - 3y = -4e^x + 3.$

4) $\frac{d^2y}{dx^2}+\frac{dy}{dx}=6\sin 2x.$

5) $\frac{d^2y}{dx^2}-\frac{dy}{dx}+y=-13\sin 2x.$

6. Найти общее решение однородных систем ОДУ методом Эйлера и, если указано, выделить частное решение, удовлетворяющее поставленным начальным условиям.

1) $\begin{cases}\frac{dy^1}{dt}-2y^1+3y^2=0,\\ \frac{dy^2}{dt}-3y^1-2y^2=0.\end{cases}$

2) $\begin{cases}\frac{dy^1}{dt}-2y^1+3y^2=0,\\ \frac{dy^2}{dt}-3y^1-2y^2=0.\end{cases}$

3) $\begin{cases}\frac{dy_1}{dt}-4y_1+y_2=0,\\ \frac{dy_2}{dt}-3y_1-y_2+y_3=0,\\ \frac{dy_3}{dt}-y_1-y_3=0.\end{cases}$

4) $\begin{cases}\frac{dy_1}{dt}+y_1-y_2-y_3=0,\\ \frac{dy_2}{dt}-y_1+y_2-y_3=0,\\ \frac{dy_3}{dt}-y_1-y_2+y_3=0.\end{cases}$

5) $\frac{d}{dt}|y\rangle=A|y\rangle,\ |y\rangle=\begin{pmatrix}y_1\\ y_2\\ y_3\end{pmatrix},\ A=\begin{pmatrix}1 & -1 & -1\\ 1 & 1 & 0\\ 3 & 0 & 1\end{pmatrix}.$

6) $\dfrac{d}{dt}|y\rangle = A|y\rangle,\ |y\rangle = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix},\ A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$

7. Решить неоднородные системы ОДУ методом Лагранжа.

1) $\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - y_2 = \cos t, \\ \dfrac{dy_2}{dt} + y_1 = 1. \end{cases}$

2) $\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - 2y_1 + 4y_2 = 4e^{-2t}, \\ \dfrac{dy_2}{dt} - 2y_1 + 2y_2 = 0. \end{cases}$

3) $\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} - 2y_1 - y_2 + 2y_3 = -t + 2, \\ \dfrac{dy_2}{dt} + y_1 = 1, \\ \dfrac{dy_3}{dt} - y_1 - y_2 + y_3 = -t + 1. \end{cases}$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

О. В. Садырева, И. Г. Коршунов

Ф И З И К А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург

2020

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета
_____Упоров С.А.

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2020

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 5 октября 2020 года (протокол № 117) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.–Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
- Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
- Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
- Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
- Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать но оси координат и записать в скалярной форме.
- Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
- После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

- Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.
- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3{,}52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.

2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением 1,2 м/с2 , останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?

3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.

4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.

5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой $S= 800 + 8t – 0,5 t^2$, м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости?

8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

10. На горизонтальной платформе шахтной клети находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/^{2} , при спуске с ускорением 9,8 м/с^2.

11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона 30° . Коэффициент трения 0,3.

13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. =736 Вт). Определить коэффициент трения.

14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением 0,5 м/^{2}, если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна 30°.

15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона 5°.

16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделав 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин$^{-1}$.Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.

17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки 1,2 кН·м. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом 0,6 м, жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен 0,5.

19. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с. Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в 1 кДж, чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой 8с$^{-1}$.Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой 80 кг до 180об/мин? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1м.

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергия поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом 0,4м и имеющий массу 100 кг, был раскручен до 480 оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 80 с. Определить момент сил трения.

2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМРОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 106 Па и температуре 20°С? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и темпера-тура 16°С. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет $7 \cdot 10^5$ Па, а давление у воздухоприемников $6 \cdot 10^5$ Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°С и 7°С. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом C_2 H_2 при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена из-расходована, если давление в баллоне при температуре 23°С стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600° С, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10^5 Па, а начальная температура 17° С?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 $см^3$ воздуха в секунду при давлении 50 атм ?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°С, γ=1,4?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до 10^{-15} мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме 1 $см^3$ при указанном давлении и температуре 27° С ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20° С, а после него 2600° С. Молярная масса 0,016 кг/моль.

36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода СО, принимая этот газ за идеальный.

38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

39. Какое количество теплоты для нагревания от 50°С до 100° С надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47° С, а объем увеличился в 10 раз.

41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от 600° С до 2000° С. Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны 1,25 кДж/(кг·К) и 0,96 кДж/(кг·К).

42. Определить мощность на валу компрессора производительностью 25 $м^3$ в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227° С. Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж.

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится ежечасно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9° С. Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит 0,02Кл заряда. Ширина ремня 0,3м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3$ км и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м.

49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой пластины 10 нКл. Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см.

50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ, расстояние 1 мм, диэлектрик слюда ($\varepsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 $см^2$?

51. Какую работу надо совершить , чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 м? Площадь пластин 100 $см^2$. Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В.

52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В, потребляя ток в 40 А. Напряжение на электростанции 120 В, а расстояние до нее 1 км. Определить сечение медных соединительных проводов ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом м).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора , применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ом м?

54. Цена деления прибора 1, 5 $\cdot 10^{-5}$ А /дел. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом. Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А?

55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре 30^0 С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов 0,8 мм^2, ρ = 0,017(Ом· мм^2 /м), α = 0,0044 град-1.

56. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную
индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля 12,8 А /м . Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли,
если обмотка тангенс–буссоли имеет 10 витков радиусом 25 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол 45°.

63. Плоский контур площадью 20 см ² находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 Тл. Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром 51 см и вакуумным зазором 2 мм. Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида 800.

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита , если проводник массой 10 г и длиной 1м при токе в нем 19,6 А висит в поле , не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется проводник длиной 10 см со скоростью 15 м /с, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника 15 $см^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике 1,4 Тл. Вычислить величину средней ЭДС , возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение 0,001с.

68. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,5 мВб?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе 1 А.

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков 800, площадью поперечного сечения 10 $см^2$, длиной 30 см, чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна 25 мВ?

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника 0,56м.

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с

амплитудой 5 мм и частотой 1500 мин$^{-1}$. Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой 45 мин$^{-1}$. Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов 1200 мин$^{-1.}$ Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота 7 с$^{-1}$.

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = 0{,}5\sin t$, $y = 2\cos t$. Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону $x = 5\sin 3140t$ (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний у =0,1sin0,5πt (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет $2{,}3\cdot10^3$ кг/м^3.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону $y = 10^{-6}\sin10^4\pi t$ (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25см, в момент времени 10^{-4} с. Скорость волны $5\cdot10^3$ м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см^2 и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см^2.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2{,}5\cdot^{10\text{-}6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см^2 каждая, рас-стояние между пластинами 5 мм, диэлектрик -воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью $2{,}5 \cdot 10^8$ м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц?

93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин 0,01 $м^2$ и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м.

94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью 0,5 мГн. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В. На какую длину волны резонирует данный контур?

95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением $U = 50\cos 10^4 \pi t$(В). Емкость конденсатора равна 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.

96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?

98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 $см^2$
имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 $см^2$ каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик -воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц?

100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?

101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 $см^2$ каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга I мм, расстояние от щелей до экрана 3м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей 0°, длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза (n=1,5) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете (λ =600 нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Нью-она в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен 1°. Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на I мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен 35°. Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.
116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43°. Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57°. Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен 45°. Во сколько раз
уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до 60°?

120. Температура «голубой» звезды $3 \cdot 10^4$К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт.
Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 $см^2$.

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна 0,55 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 К посылает на измерительный прибор некоторое
тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны 800 нм. Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого 100 $см^2$, чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм. Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона I эВ?

128. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм.

130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 $см^2$ ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно 2,2·10-7Н/$м^2$. Сколько фотонов падает на I $см^2$за одну секунду?

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна 1,097·107$м^{-1}$.

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.
136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона 9,1·10^{-31}кг, масса протона 1,67·$10^{-27кг}$.

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью 6·10^6м/с, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51МэВ.

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоду трубки, составляет 0,85 скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения (λмин =77,6 пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в возбужденном состоянии (n=2).
Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.
46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?
147. В одномерной потенциальной яме шириной *l* находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса L_Z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной *l*
с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии (n=3).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция $_{38}Sr^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β-частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа $_{11}Na^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат $_{92}U^{238}$ массой 1 г излучает $1{,}24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода $_{53}J^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β-частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора $_{15}P^{32}$ массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.

158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра $_{7}N^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. (m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра $_{6}C^{12}$, если известно, что m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}$n1 = 1,00867 а.е.м.; m $_{12}C^{6}$ = 12,00000 а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 Мэв. (m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода $_{8}O^{16}$, если m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.;
m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.; m $_{8}O^{16}$ = 1 5,99491 а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома $_{11}Na^{23}$, если $m\ _{11}Na^{23}$ = 22,98977а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра $_3Li^7$, если известно, что $m\ _3Li^7$ =7,01601 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода $_1H^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $_5B^{11}$,если известны следующие массы: $m\ _5B^{11}$ = 11,00931 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $_{11}Na^{23}$, если известны следующие массы: $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; $m\ _{11}Na^{23}$ = 22,98977 а.е.м.; $m\ _{11}Na^{22}$ = 21,99444 а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра $_2He^4$,если известны массы: $m\ _0n^1$= 1,00867 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _2He^3$ = 3,01603 а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра $_8O^{16}$ ($_8O^{16} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1H^1$). $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _8O^{16}$ = 15,99491 а.е.м.; $m\ _7N^{15}$ = 15,00011 а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_0n^1$, если $m\ _{13}Al^{27}$ =2 6,98154 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _{15}P^{30}$= 29,97263 а.е.м.; $m\ _0n^1$= 1,00867 а.е.м.

172.Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: $1H^2 + {}_1H3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$, если
$m\ _1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; $m\ _1H^3$ =3,01605 а.е.м.; $m\ _0n^1$ =1,00867 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция $_2He^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1$. Вычислить энергию этой реакции. ($m\ _2He^3$ = 3,01603 а.е.м.; $m\ _1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$. ($m\ _7N^{1\ 4}$= 14,00307а.е.м.; $m\ _0n^1$ =1,00867 а.е.м ; $m\ _6C^{14}$= 14,00324 а.е.м.; $m\ _1H^1$= 1,00783 а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции $_3Li6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$. (m $_3Li^6$ = 6,01513 а.е.м.; m $_1H^2$= 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ =4 ,00260 а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра $_6C^{14}$? Известны массы: m $_6C^{14}$ = 14,00324 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.; m $_6C^{13}6$ = 13,00335а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить $_6C^{12}$ на три равные части.(m $_6C^{12}$= 12,00000 а.е.м.; m $_2He^4$= 4,00260 а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции $_{20}Ca^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_{19}K^{41} + 2He^4$. (m $_{20}Ca^4$ ^{4}= 43,95549 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_{19}K^{41}$= 40,96184 а.е.м.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

8.1 Основная литература

.

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23753.html - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62614.html -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

Дополнительная литература

1. И..Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/48021.html -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30092.html - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45392.html - ЭБС «IPRbooks».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	c	$3.00 \cdot 10^{8}$ м/с
Гравитационная постоянная	G	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м^3/(кг·с^2)
Число Авогадро	N_A	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	*1а.е.м.*	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	e	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	m_p	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	ε_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h $\hbar$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Множитель	Приставка			Множитель
Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}	деци	д	d	10^{-1}
пэта	П	P	10^{15}	санти	с	c	10^{-2}
тера	Т	T	10^{12}	милли	м	m	10^{-3}
гига	Г	G	10^{9}	микро	мк	μ	10^{-6}
мега	М	M	10^{6}	нано	н	n	10^{-9}
кило	к	k	10^{3}	пико	п	p	10^{-12}
Гекто	г	h	10^{2}	фемто	ф	f	10^{-15}
Дека	да	da	10^{1}	атто	а	a	10^{-18}
П р и м е ч а н и е: Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)							

Приложение 3

Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк

Приложение 4

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна атомная единица массы	т а.е.м.	10^3 кг $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута час сутки	мин ч сут	60 с 3600 с 86400 с
Плоский угол	градус минута секунда град	…• …′ …″ град	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад $2.91 \cdot 10^{-4}$ рад $4.85 \cdot 10^{-6}$ рад $(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м^3
Длина	астрономическая единица световой год парсек	а.е. св. год пк	$1.50 \cdot 10^{11}$ м $9.46 \cdot 10^{15}$ м $3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	1 м$^{-1}$
Площадь	гектар	Га	10^4 м^2
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
П р и м е ч а н и е: Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Приложение 5

Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см^3	Твердое тело	Плотность, г/см^3
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,8·
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7.15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

Приложение 6

Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г·/см^3	Газ (при нормальных условиях	Плотность, кг/м^3
Вода (дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

Приложение 7

Удельное сопротивление ρ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2{,}53\cdot10^{-8}$	Ртуть	$9{,}6\cdot10^{-7}$
Алюминий провод	$2{,}87\cdot10^{-8}$	Свинец	$2{,}08\cdot10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1{,}6\cdot10^{-8}$
Вода дистиллированная	10^{4}	Сталь литая	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1{,}01\cdot10^{-7}$
Вольфрам	$5{,}5\cdot10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3{,}9\cdot10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9{,}8\cdot10^{-8}$	Угольные щётки	$4\cdot10^{-5}$
Железо	$8{,}7\cdot10^{-8}$	Цинк	$5{,}9\cdot10^{-8}$
Золото	$2{,}2\cdot10^{-8}$	Чугун серый	$1\cdot10^{-6}$
Константан	$5\cdot10^{-7}$	Никель	$8{,}7\cdot10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1{,}12\cdot10^{-6}$
Магний	$4{,}4\cdot10^{-8}$	Олово	$1{,}2\cdot10^{-7}$
Манганин	$4{,}3\cdot10^{-7}$	Платина	$1{,}07\cdot10^{-7}$
Медь	$1{,}72\cdot10^{-8}$	Медь провод	$1{,}78\cdot10^{-8}$

Приложение 8

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

Приложение 9

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
A, α	Альфа	N, ν	ню
B, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	O, o	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
E, ε	Эпсилон	P, ρ	ро
Z, ς	Дзета	Σ, σ	сигма
H, η	Эта	T, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Y, υ	ипсилон
J, i	Иота	Φ, φ	фи
K, κ	Каппа	X, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
M, μ	Ми	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	9
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	11
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	20
Список литературы	23
Приложения	24

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

Н. А. Зайцева

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы
по курсу «Общая химия»»
для студентов всех специальностей

Екатеринбург

2020

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического факультета
УГГУ
« ___ » _____ 2020 г.
Председатель комиссии
_____ профессор
В.П.Барановский.

Н. А. Зайцева

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы
по курсам «Общая химия»
для студентов всех специальностей

Издание УГГУ Екатеринбург, 2020

Рецензент: М. А. Мелкозерова, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИХТТ УрО РАН.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 10 июня 2020 г. (протокол № 10) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Зайцева Н.А.

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ: учебно-методическое пособие / Н.А. Зайцева – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 44 с.

В учебно-методическом пособии изложены краткие сведения о классификации неорганических соединений и основных приемах решения задач по химии. Пособие содержит 25 вариантов заданий для внеаудиторной самостоятельной работы по решению расчетных химических задач в каждой теме.

Для студентов всех специальностей.

© Зайцева Н.А. 2016

© Уральский государственный горный университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема1. Классификация неорганических соединений……...….5
Тема 2. Кислоты. Химические свойства кислот……..9
Тема 3. Основания. Химические свойства оснований..……..……...……16
Тема 4. Оксиды. Химические свойства оксидов ……..…23
Тема 5. Соли. Кристаллогидраты…….…....31
Тема 6. Генетическая связь неорганических веществ…….40
Список литературы……..44

Тема 1. Классификация неорганических соединений

Сложные неорганические вещества делят на классы либо по составу (двухэлементные, или бинарные, соединения и многоэлементные соединения), либо по функциональным признакам (кислотно-основным, окислительно-восстановительным), которые эти вещества осуществляют в химических реакциях. По кислотно-основным функциям минеральные вещества делятся на оксиды, кислоты, основания (или основания + амфотерные гидроксиды) и соли.

Количества любых химические вещества принято измерять в молях. Расчётные задачи по химии решаются через расчёт количества вещества. Необходимо помнить основную формулу для определения числа молей:

$$\nu = m/M = V/V_m = N/N_A,$$

где m – масса вещества, V – объем газообразного вещества,

M – молярная масса вещества -масса одного моля вещества

V_m – молярный объем газа, то есть объём одного моля любого газа; при нормальных условиях (температура 0°C, давление 1 атмосфера) V_m=22,4 л/моль

N – число частиц (молекул, ионов, атомов),

N_A – постоянная Авогадро – количество частиц вещества в одном моле, N_A= $6{,}023 \cdot 10^{23}$шт/моль

Задачи для самостоятельной работы
по теме «Классификация неорганических соединений»

Вариант 1.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде лития массой 460 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт сероводород массой 40 г?
3. Определите количество атомов натрия в карбонате натрия Na_2CO_3 массой 10 г.

Вариант 2.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде бария массой 160 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт хлороводород массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в карбонате натрия массой 30 г.

Вариант 3.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде калия массой 120 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аммиак массой 40 г?

3. Определите количество атомов углерода в карбонате натрия Na_2CO_3 массой 20 г.

Вариант 4.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде бария массой 60 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт метан массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в сульфате натрия массой 10 г.

Вариант 5.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде лития массой 46 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт водород массой 40 г?

3. Определите количество атомов натрия в сульфате натрия массой 30 г.

Вариант 6.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в нитрате бария массой 10 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт кислород массой 20 г?

3. Определите количество атомов водорода в аммиаке массой 30 г.

Вариант 7.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в аммиаке массой 170 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт хлор массой 142 г?

3. Определите количество атомов углерода в карбонате калия массой 20 г.

Вариант 8.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде натрия массой 60 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт фтор массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в сульфате алюминия массой 100 г.

Вариант 9.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде кальция массой 40 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт азот массой 56 г?

3. Определите количество атомов водорода в серной кислоте массой 10 г.

Вариант 10.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде калия массой 160 г?

2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт гелий массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода нитрате натрия массой 30 г.

Вариант 11.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфиде калия массой 68 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт NO массой 40 г?
3. Определите количество атомов кислорода в серной кислоте массой 20 г.

Вариант 12.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде цинка массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт N_2O массой 20 г?
3. Определите количество атомов хлора в хлориде алюминия массой 10 г.

Вариант 13.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде магния массой 4 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт CO_2 массой 88 г?
3. Определите количество атомов азота в нитрате алюминия массой 30 г.

Вариант 14.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфате бария массой 90 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт углекислый газ массой 9 г?
3. Определите количество атомов кислорода в нитрате алюминия массой 50 г.

Вариант 15.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде цинка массой 10 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт CO массой 56 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате магния массой 20 г.

Вариант 16.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде цезия массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт NO_2 массой 92 г?
3. Определите количество атомов кислорода в сульфате стронция массой 100 г.

Вариант 17.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде кремния массой 40 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт озон массой 96 г?
3. Определите количество атомов натрия в гидроксиде натрия массой 80 г.

Вариант 18.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде бериллия массой 6 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт арсин AsH_3 массой 20 г?

3. Определите количество атомов кислорода в сульфате цинка массой 30 г.

Вариант 19.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде Fe_2O_3 массой 120 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт силан SiH_4 массой 40 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате меди (II) массой 20 г.

Вариант 20.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде Fe_3O_4 массой 60 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аргон массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в азотной кислоте массой 10 г.

Вариант 21.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфиде цинка массой 46 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт газ SO_2 массой 40 г?
3. Определите количество атомов натрия в ортофосфате натрия массой 30 г.

Вариант 22.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в оксиде FeO массой 10 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт неон массой 20 г?
3. Определите количество атомов водорода в аммиаке массой 30 г.

Вариант 23.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в бромиде калия массой 17 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт газ SO_3 массой 40 г?
3. Определите количество атомов углерода в карбонате кальция массой 20 г.

Вариант 24.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в хлориде рубидия массой 1 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт фтороводород массой 20 г?
3. Определите количество атомов кислорода в сульфате железа(II) массой 100 г.

Вариант 25.

1. Какое количество вещества (в молях) содержится в сульфате кальция массой 4 г?
2. Какой объём при нормальных условиях (н.у.) займёт аммиак массой 56 г?
3. Определите количество атомов кислорода в серной кислоте массой 10 г.

Тема 2. Кислоты. Химические свойства кислот.

Кислоты – сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотного остатка. С позиций теории электролитической диссоциации кислотами называются вещества, диссоциирующие в растворах с образованием ионов водорода. С точки зрения протонной теории кислот и оснований к кислотам относятся вещества, способные отдавать ион водорода H^+, то есть быть донорами протонов. Кислоты классифицируют по их силе (сильные и слабые), по основности (одноосновные, двухосновные, трёхосновные) и по наличию или отсутствию кислорода в составе кислоты (кислородсодержащие или бескислородные).

Таблица 1. Сильные и слабые кислоты

	Сильные кислоты	Слабые кислоты
Бескислородные	HCl-хлороводородная (соляная) HBr- бромоводородная HI- йодоводородная	HF- фтороводородная (плавиковая) HCN – циановодородная (синильная) H_2S – сероводородная H_2Se - селеноводородная
Кислород-содержащие	H_2SO_4 - серная HNO_3 -азотная $HMnO_4$ - марганцевая $HClO_4$ - хлорная $HClO_3$ - хлорноватая H_2CrO_4 - хромовая	H_2SO_3 - сернистая HNO_2 - азотистая H_3PO_4 – ортофосфорная HPO_3 – метафосфорная H_3PO_3 - фосфористая H_2SiO_3 - кремниевая H_2CO_3-угольная CH_3COOH -уксусная

Химические свойства кислот:

1. Диссоциация в водных растворах на протоны и кислотный остаток с образованием кислой среды, изменяющей окраску индикаторов:

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

2. Взаимодействие с основаниями с образованием солей (нейтрализация)^

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

3. Взаимодействие с основными оксидами с образованием солей:

$$2\ HCl + CaO \rightarrow CaCl_2 + H_2O$$

4. Взаимодействие с металлами, стоящими в ряду напряжения до водорода (кроме азотной и концентрированной серной кислот):

$$2\ HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

5. Взаимодействие сильных кислот с солями более слабых кислот:

$$2\ HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2CO_3$$

Пример решения задачи на расчёт по уравнению реакции:

Задача: В избытке соляной кислоты растворили магний массой 6 г. Какой объем водорода, измеренный при нормальных условиях, выделится при этом?

Решение:

Записываем исходные данные: Дано: m(Mg)=6 г; н.у. Найти: V(H2) =?

Составляем уравнение реакции взаимодействия магния с соляной кислотой и расставляем стехиометрические коэффициенты

$$Mg + 2\ HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$

I действие: Определяем количество вещества магния, вступившего в реакцию с соляной кислотой. ν(Mg) = m(Mg)/ M(Mg) = 6/24 = 0,25 моль

II действие: Из уравнения реакции видно, что количества вещества магния и водорода равны (1:1), т.е. ν(Mg) = ν(H2) = 0,25 моль.

III действие: Рассчитываем объем водорода, выделившегося в результате реакции: $V(H_2) = Vm \cdot \nu(H_2) = 22,4 \cdot 0,35 = 7,84$ л.

Ответ: $V(H_2) = 7,84$ л.

Задачи для самостоятельной работы по теме «Кислоты»

Вариант 1.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации NaOH массой 4 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте цинка массой 1,3 г?

3. Определите массу соды Na_2CO_3, растворённой в избытке ортофосфорной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 4,48 л (н.у.).

Вариант 2.

1. Какая масса кремниевой кислоты требуется для реакции с KOH массой 5,6г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 2,7 г?

3. Определите массу мела $CaCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 3.

1. Какая масса сернистой кислоты требуется для нейтрализации LiOH массой 14 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте магния массой 2,4 г?

3. Определите массу карбоната калия, растворённого в избытке уксусной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,12 л (н.у.).

Вариант 4.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для нейтрализации NaOH массой 8 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте железа массой 2,8 г?

3. Определите массу соды Na_2CO_3, растворённой в избытке марганцевой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.).

Вариант 5.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации LiOH массой 4,8 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте никеля массой 5,9 г?

3. Определите массу карбоната бария, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 11,2 л (н.у.).

Вариант 6.

1. Какая масса сероводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида натрия массой 5 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте цинка массой 6,5 г?

3. Определите массу K_2CO_3, растворённого в избытке ортофосфорной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 448 мл (н.у.).

Вариант 7.

1. Какая масса плавиковой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида калия массой 7 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 10,8 г?

3. Определите массу $CuCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 224 мл (н.у.).

Вариант 8.

1. Какая масса серной кислоты требуется для нейтрализации 3,42 г $Ba(OH)_2$?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте цинка массой 13 г?

3. Определите массу карбоната цезия, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 8,96 л (н.у.).

Вариант 9.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации KOH массой 2,8 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 5,4 г?

3. Определите массу $MgCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 22,4 л (н.у.).

Вариант 10.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида кальция массой 3,7 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлороводородной кислоте магния массой 4,8 г?

3. Определите массу карбоната аммония, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 15,68 л (н.у.).

Вариант 11.

1. Какая масса хлорной кислоты требуется для нейтрализации NaOH массой 16 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в йодоводородной кислоте цинка массой 10,4 г?

3. Определите массу карбоната натрия, растворённого в избытке серной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 33,6 л (н.у.).

Вариант 12.

1. Какая масса марганцевой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида лития массой 12 г?

2. Какой объём газа (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте 8 г железа?

3. Определите массу $PbCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,568 л (н.у.).

Вариант 13.

1. Какая масса H_2Se требуется для нейтрализации натриевой щёлочи массой 16 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте цинка массой 19,5 г?

3. Определите массу $FeCO_3$, растворённого в избытке хлороводородной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 44,8 л (н.у.).

Вариант 14.

1. Какая масса фтороводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида рубидия массой 10,2 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 2,16 г?

3. Определите массу $SrCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 15.

1. Какая масса хромовой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида стронция массой 12,2 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте кобальта массой 5,9 г?

3. Определите массу $ZnCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 16.

1. Какая масса серной кислоты требуется для растворения $Cu(OH)_2$ массой 40 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлорной кислоте цинка массой 26 г?

3. Определите массу Na_2CO_3, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося газа составил 4,48 л (н.у.).

Вариант 17.

1. Какая масса соляной кислоты требуется для растворения $Fe(OH)_2$ массой 56 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при взаимодействии с серной кислотой алюминия массой 54 г?

3. Определите массу $CaCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 224 л (н.у.).

Вариант 18.

1. Какая масса синильной кислоты требуется для нейтрализации LiOH массой 49 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте магния массой 36 г?

3. Определите массу карбоната магния, растворённого в избытке азотистой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 1,12 л (н.у.).

Вариант 19.

1. Какая масса азотной кислоты требуется для растворения 8 г оксида алюминия?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте железа массой 14 г?

3. Определите массу $BaCO_3$, растворённого в избытке марганцевой кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.).

Вариант 20.

1. Какая масса сернистой кислоты требуется для растворения Li_2O массой 48 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте никеля массой 10,8 г?

3. Определите массу карбоната цинка, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 11,2 л (н.у.).

Вариант 21.

1. Какая масса сероводородной кислоты требуется для нейтрализации гидроксида натрия массой 50 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в бромоводородной цинка массой 26 г?

3. Определите массу K_2CO_3, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 448 мл (н.у.).

Вариант 22.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации гидроксида калия массой 21 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте алюминия массой 5,4 г?

3. Определите массу $CuCO_3$, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 0,224 л (н.у.).

Вариант 23.

1. Какая масса селеноводородной кислоты требуется для нейтрализации 3,42 г щёлочи $Ba(OH)_2$?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в йодоводородной кислоте цинка массой 13 г?

3. Определите массу карбоната цезия, растворённого в избытке азотной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.).

Вариант 24.

1. Какая масса азотистой кислоты требуется для нейтрализации KOH массой 28 г?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в серной кислоте алюминия массой 1,08 г?

3. Определите массу $MnCO_3$, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 8,96 л (н.у.).

Вариант 25.

1. Какая масса хлорной кислоты требуется для растворения 10 г оксида цинка?

2. Какой объём водорода (н.у.) выделится при растворении в хлороводородной кислоте магния массой 48 г?

3. Определите массу карбоната кальция, растворённого в избытке соляной кислоты, если объём выделившегося углекислого газа составил 15,68 л (н.у.).

Тема 2. Основания. Химические свойства оснований.

Основания – сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла (или иона аммония) и гидроксогрупп OH^-. С позиций теории электролитической диссоциации основаниями называются вещества, диссоциирующие в растворах с образованием ионов OH^-. С точки зрения протонной теории кислот и оснований к основаниям относятся вещества, способные принимать ион водорода, то есть быть акцепторами протонов. Основания классифицируют по их силе (сильные и слабые), по растворимости (растворимые и нерастворимые), по кислотности (количеству гидроксогрупп).

Сильные растворимые основания называются щелочами, к щелочам относят гидроксиды лития, натрия, калия, рубидия, цезия, бария и стронция, а также малорастворимый гидроксид кальция. К слабым основаниям относятся нерастворимые гидроксиды металлов и водный раствор аммиака, иногда обозначаемый как гидроксид аммония NH_4OH.

Амфотерными называются гидроксиды, способные проявлять свойства слабых кислот или слабых оснований в зависимости от партнёра по реакции ($Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Be(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, $Pb(OH)_2$).

Химические свойства оснований:

1. Растворимые основания диссоциируют в водных растворах с образованием щелочной среды, изменяющей окраску индикаторов:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

2. Взаимодействуют с кислотами с образованием солей (нейтрализация):

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2\ H_2O$$

3. Взаимодействуют с кислотными оксидами с образованием солей:

$$MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$$

4. Взаимодействуют с солями более слабых оснований:

$$2\ NaOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$$

5. Нерастворимые основания разлагаются при нагревании на оксид и воду:

$$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$$

Пример решения задачи на расчёт по уравнению реакции (избыток-недостаток):

Задача: Какая масса хлорида аммония образуется при взаимодействии хлороводорода массой 7,3 г с аммиаком массой 5,1 г?

Решение:

Дано: m(HCl)=7,3 г; $m(NH_3)$=5,1 г. Найти: $m(NH_4Cl)$ =?

Составляем уравнение реакции: $HCl + NH_3 = NH_4Cl$

I действие: Определяем количество обоих веществ, чтобы определить какое из них расходуется полностью, а какое остаётся в избытке:

$\nu(HCl) = m(HCl)/ M(HCl) = 7,3/36,5 = 0,2$ моль

$\nu(NH_3) = m(NH_3)/ M(NH_3) = 5,1/ 17 = 0,3$ моль

По уравнению аммиак и хлороводород взаимодействуют в соотношении 1:1, следовательно, 0,3 моль аммиака – избыток, расчёт проводим по хлороводороду, который полностью вступает в реакцию.

II действие: Из уравнения реакции: $\nu(NH_4Cl)= \nu(HCl) = 0,2$ моль.

III действие: Рассчитываем массу полученной соли: $m(NH_4Cl) = \nu(NH_4Cl) \cdot M(NH_4Cl) = 0,2 \cdot 53,5 = 10,7$ г.

Ответ: $m(NH_4Cl) = 10,7$ г.

Задачи для самостоятельной работы по теме «Основания».

Вариант 1.

1. Какая масса оксида кальция образуется при прокаливании $Ca(OH)_2$ массой 37 г?
2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).
3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г соляной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 2.

1. Какая масса оксида алюминия образуется при прокаливании $Al(OH)_3$ массой 4 г?
2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 3.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Ca(OH)_2$ массой 18,5 г?

2. Определите массу нитрата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 44,8 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотистой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 4.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Al(OH)_3$ массой 39 г?

2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 3,36 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида цезия.

Вариант 5.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Cu(OH)_2$ массой 49 г?

2. Определите массу бромида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,12 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида рубидия.

Вариант 6.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Fe(OH)_3$ массой 5,35 г?

2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 11,2 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 7.

1. Какая масса оксида меди образуется при прокаливании $Cu(OH)_2$ массой 9,8 г?

2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 8.

1. Какая масса оксида железа образуется при прокаливании $Fe(OH)_3$ массой 10,7 г?

2. Определите массу карбоната аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,8 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 9.

1. Какая масса оксида хрома образуется при прокаливании $Cr(OH)_3$ массой 5,15 г?

2. Определите массу ацетата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,4 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г синильной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 10.

1. Какая масса оксида бериллия образуется при прокаливании $Be(OH)_2$ массой 43 г?

2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 14 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 11.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Be(OH)_2$ массой 8,6 г?

2. Определите массу хлората аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 7 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г соляной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 12.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Cr(OH)_3$ массой 10,3 г?

2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 0,7 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида цезия.

Вариант 13.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Fe(OH)_2$ массой 9 г?

2. Определите массу бромида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 21 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 14.

1. Какая масса оксида железа образуется при прокаливании $Fe(OH)_2$ массой 4,5 г?

2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,1 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 15.

1. Какая масса оксида меди образуется при прокаливании CuOH массой 8,1 г?

2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида рубидия.

Вариант 16.

1. Какая масса оксида магния образуется при прокаливании $Mg(OH)_2$ массой 29 г?

2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 44,8 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г синильной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Вариант 17.

1. Какая масса оксида свинца образуется при прокаливании $Pb(OH)_2$ массой 24,1 г?

2. Определите массу фторида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,12 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 18.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Mg(OH)_2$ массой 5,8 г?

2. Определите массу нитрата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 4,48 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотистой кислоты и 20 г гидроксида калия.

Вариант 19.

1. Какая масса оксида никеля образуется при прокаливании $Ni(OH)_2$ массой 9,3 г?

2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 1,4 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г хлорной кислоты и 10 г гидроксида таллия (I).

Вариант 20.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Ni(OH)_2$ массой 18,6 г?

2. Определите массу хлорида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 7 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г азотной кислоты и 10 г гидроксида серебра (I).

Вариант 21.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Co(OH)_2$ массой 62 г?

2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 22,4 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 10 г хлороводородной кислоты и 10 г гидроксида таллия (I).

Вариант 22.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Co(OH)_3$ массой 11 г?

2. Определите массу бромида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 3,36 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 30 г азотной кислоты и 10 г гидроксида лития.

Вариант 23.

1. Какая масса оксида кобальта образуется при прокаливании $Co(OH)_2$ массой 31 г?

2. Определите массу сульфита аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г йодоводородной кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 24.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании CuOH массой 16,2 г?

2. Определите массу сульфата аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 33,6 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г марганцевой кислоты и 10 г гидроксида калия.

Вариант 25.

1. Какая масса воды образуется при прокаливании $Co(OH)_3$ массой 22 г?

2. Определите массу сульфида аммония, растворённого в избытке щёлочи, если объём выделившегося аммиака составил 2,24 л (н.у.).

3. Рассчитайте массу соли, полученной взаимодействием 20 г бромоводородной кислоты и 10 г гидроксида натрия.

Дополнительные задачи:

1. Цинк массой 45,5 г нагрели с 35,68 г NaOH. Рассчитайте объем выделившегося водорода (н.у.), по уравнению реакции:

$$Zn + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2\uparrow.$$

2. Аммиак, выделившийся при взаимодействии 107 г 20% раствора хлорида аммония с 150 г 18% раствора гидроксида натрия полностью прореагировал с 60% фосфорной кислотой с образованием дигидрофосфата аммония. Определить массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

Тема 4. Оксиды. Классификация и химические свойства оксидов.

Оксидами называются бинарные соединения, содержащие кислород в степени окисления -2. Оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие (CO, NO, N_2O).

Солеобразующие оксиды подразделяются на основные (соответствующие основаниям), кислотные (соответствующие кислотам или реагирующие с водой с образованием кислоты) и амфотерные (Al_2O_3, Cr_2O_3, ZnO, BeO, SnO, PbO).

Как правило, оксиды можно получить прямой реакцией простых веществ с кислородом.

Химические свойства основных оксидов

1. Растворимые в воде основные оксиды вступают в реакцию с водой, образуя основания:

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

2. Взаимодействуют с кислотными оксидами, образуя соли:

$$Na_2O + SO_3 \rightarrow Na_2SO_4$$

3. Реагируют с кислотами, образуя соль и воду:

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

4. Реагируют с амфотерными оксидами:

$$Li_2O + Al_2O_3 \rightarrow 2LiAlO_2$$

Химические свойства кислотных оксидов

1. Растворимые в воде кислотные оксиды взаимодействуют с водой, образуя кислоту:

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

2. Реагируют с основными оксидами с образованием соли:

$$CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$$

3. Взаимодействуют со щелочами:

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + H_2O$$

Химические свойства амфотерных оксидов

1. Взаимодействуют с кислотами, образуя соль и воду:

$$ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$$

2. Реагируют с твёрдыми щелочами (при сплавлении), образуя в результате реакции соль и воду:

$$ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$$

При взаимодействии оксида цинка с раствором щелочи) протекает другая реакция:

$$ZnO + 2\ NaOH + H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$$

Амфотерные оксиды обычно не растворяются в воде и не реагируют с ней.

Пример решения задачи на расчет массовой доли вещества

Массовая доля вещества – отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы: $\omega(X) = m(X)/m$,

где $\omega(X)$– массовая доля вещества X, выражается в долях от единицы или в процентах,

m(X) – масса вещества X,

m – масса всей системы.

Задача: Какая масса 10% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения CuO массой 20 г?

Решение:

Дано: m(CuO)=20 г; ω (HCl)=0,1. Найти: m(р-раHCl) =?

Составляем уравнение реакции:

$$2HCl + CuO = CuCl_2 + H_2O$$

I действие: Определяем количество вещества оксида меди:

ν(CuO) = m(CuO)/ M(CuO) = 20/(64+16) = 0,25 моль

II действие: Из уравнения реакции: ν(HCl)= ½ ν(HCl) = 0,125 моль.

III действие: m(HCl) = ν(HCl) · M(HCl) = 0,125•·36,5 = 4,5625 г.

Массу раствора соляной кислоты можно найти из формулы массовой доли:

m(р-раHCl) = m(HCl) / ω (HCl) = 4,5625 / 0,1=45,625 г

Ответ: m(р-раHCl) = 45,625 г

Задачи для самостоятельной работы по теме «Оксиды»

Вариант 1.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ углекислого газа объёмом 28 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения CuO массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г триоксида серы.

Вариант 2.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ углекислого газа объёмом 14 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения ZnO массой 20 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида серы (VI).

Вариант 3.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ сернистого газа объёмом 28 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для растворения 10 г CuO?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 30 г оксида SO_3.

Вариант 4.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ углекислого газа объёмом 22,4 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора серной кислоты требуется для полного растворения ZnO массой 20 г?

3. Определите массовую долю ортофосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида фосфора (V).

Вариант 5.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ углекислого газа объёмом 2,8 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения CuO массой 16 г?

3. Определите массовую долю сернистой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 32 г диоксида серы.

Вариант 6.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ сернистого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения FeO массой 36 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида азота (V).

Вариант 7.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ серного газа объёмом 28 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для полного растворения Fe_2O_3 массой 20 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 30 г оксида P_2O_3.

Вариант 8.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ серного газа объёмом 11,2 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения Al_2O_3 массой 23 г?

3. Определите массовую долю метафосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида фосфора (V).

Вариант 9.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ серного газа объёмом 5,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора хлороводородной кислоты требуется для полного растворения MgO массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г триоксида серы.

Вариант 10.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ углекислого газа объёмом 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора натриевой щёлочи требуется для полного растворения SiO_2 массой 30 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 10 г оксида серы (VI).

Вариант 11.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ сернистого газа объёмом 33,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения оксида BeO массой 10 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды 15,3 г оксида BaO.

Вариант 12.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ оксида углерода (IV) объёмом 2,24 л (н.у.)?

2. Какая масса 15% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения PbO массой 22,3 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 13 г оксида натрия.

Вариант 13.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ диоксида серы объёмом 8,96 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора гидроксида натрия требуется для полного растворения SiO_2 массой 10 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 7,77 г оксида бария.

Вариант 14.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ триоксида серы объёмом 448 мл (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора бромоводородной кислоты требуется для полного растворения оксида SnO массой 13,5 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 40 г оксида азота (V).

Вариант 15.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ серного газа объёмом 33,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора уксусной кислоты требуется для полного растворения Fe_2O_3 массой 10 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 15 г оксида фосфора (III).

Вариант 16.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ триоксида серы объёмом 2,24 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения Cr_2O_3 массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 11,2 л (н.у.) диоксида серы.

Вариант 17.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора $Sr(OH)_2$ с оксидом азота (V) объёмом 5,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения MnO массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 100 г воды и 22,4 л (н.у.) триоксида серы.

Вариант 18.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора NaOH с оксидом азота (V) объёмом 11,2 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для растворения 10 г CoO?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 5,6 л (н.у.) оксида SO_3.

Вариант 19.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора KOH с оксидом азота (III) объёмом 11,2 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора NaOH для полного растворения ZnO массой 20 г?

3. Определите массовую долю фосфористой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 200 г воды и 10 г оксида фосфора (III).

Вариант 20.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора $Ba(OH)_2$ и оксида азота (V) объёмом 5,6 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения MgO массой 10 г?

3. Определите массовую долю сернистой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 8,96 л (н.у.) диоксида серы.

Вариант 21.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ba(OH)_2$ углекислого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?

2. Какая масса 5% раствора соляной кислоты требуется для полного растворения оксида NiO массой 36 г?

3. Определите массовую долю щёлочи в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и 20 г оксида натрия.

Вариант 22.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Ca(OH)_2$ серного газа объёмом 22,4 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора серной кислоты требуется для полного растворения Cr_2O_3 массой 20 г?

3. Определите массовую долю фосфористой кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 10 г оксида P_2O_3.

Вариант 23.

1. Какая масса осадка выпадет при пропускании через раствор $Sr(OH)_2$ триоксида серы объёмом 1,12 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора азотной кислоты требуется для полного растворения Al_2O_3 массой 6,9 г?

3. Определите массовую долю метафосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и 10 г оксида фосфора (V).

Вариант 24.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора NH_4OH и оксида азота (III) объёмом 4,48 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора бромоводородной кислоты требуется для полного растворения MgO массой 10 г?

3. Определите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 500 г воды и триоксида серы объёмом 3,36 л (н.у.).

Вариант 25.

1. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора NH_4OH и оксида азота (V) объёмом 2,24 л (н.у.)?

2. Какая масса 10% раствора калиевой щёлочи требуется для полного растворения SiO_2 массой 20 г?

3. Определите массовую долю кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 300 г воды и оксида серы (VI) объёмом 3,36 л (н.у.).

Дополнительные задачи

1. Через 0,0464 л 18% раствора NaOH плотностью 1,197 г/мл пропустили 8,5 г сероводорода. Вычислить массовую долю соли в полученном растворе.

2. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном после сливания 14,7 г. 10% раствора серной кислоты и 200 г 1,04% раствора $BaCl_2$.

3. К раствору NaOH массой 1200 г прибавили 490 г 40% раствора H_2SO_4. Для нейтрализации полученного раствора потребовалось 143 г кристаллической соды $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Вычислить массовую долю NaOH в исходном растворе.

Тема 5. Соли. Кристаллогидраты.

Соли - сложные вещества, состоящие из атомов металла (или более сложных катионных групп) и кислотных остатков. С точки зрения теории электролитической диссоциации это электролиты, диссоциирующие в водных растворах на катионы металла (или аммония NH^{4+}) и анионы кислотного остатка.

По составу соли подразделяют на средние (нормальные), кислые (гидросоли), основные (гидроксосоли), двойные, смешанные и комплексные (см. таблицу).

Многие соли выделяются из водных растворов в виде кристаллогидратов - веществ, в кристаллы которых входят молекулы воды, такая вода называется кристаллизационной. Состав кристаллогидратов принято изображать формулами, показывающими, какое количество кристаллизационной воды содержит кристаллогидрат. Например, кристаллогидрат сульфата меди (медный купорос), содержащий на один моль $CuSO_4$ пять молей воды, изображается формулой $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, кристаллогидрат сульфата натрия (глауберова соль) - формулой $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

Таблица. Классификация солей по составу

Средние (нормальные)	Кислые (гидросоли)	Основные (гидроксосоли)	Двойные	Комплексные
продукт полного замещения атомов водорода в кислоте на металл $AlCl_3$	продукт неполного замещения атомов водорода в кислоте на металл $KHSO_4$ $CaHPO_4$ NaH_2PO_4	продукт неполного замещения OH^--групп основания на кислотный остаток $FeOHCl$	содержат два разных металла и один кислотный остаток $KNaSO_4$	содержат комплексный катион и/или комплексный анион $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ $K_3[Fe_3(CN)_6]$

Химические свойства солей

1. Диссоциация: средние и двойные соли, растворимые в воде, диссоциируют полностью, у кислых и основных солей диссоциация происходит ступенчато. Растворимые соли, образованные хотя бы одним слабым электролитом, подвергаются гидролизу. Растворы таких солей могут иметь щелочную или кислую среду и взаимодействовать с индикаторами:

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

$$KNaSO_4 \rightarrow K^+ + Na^+ + SO_4^{2-}$$

$$KHSO_4 \rightleftharpoons K^+ + HSO_4^- \qquad HSO4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$$

$$FeOHCl \rightleftharpoons FeOH^+ + Cl^- \qquad FeOH^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + OH^-$$

$$AlCl_3 + H_2O \rightleftharpoons AlOHCl_2 + HCl$$

2. Разложение при нагревании.

Кристаллогидраты солей при нагревании теряют кристаллизационную воду:

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + 5H_2O$$

Гидрокарбонаты при нагревании (кальцинировании) переходят в карбонаты:

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^o} MgCO_3 + H_2O + CO_2$$

Карбонаты, сульфиты, сульфаты при нагревании могут разлагаться на оксид металла и кислотный оксид:

$$CaCO_3 \xrightarrow{t^o} CaO + CO_2$$

Нитраты от щелочных металлов (кроме лития) до магния и нитрат никеля (II) разлагаются при нагревании на нитрит металла и кислород:

$$Ni(NO_3)_2 \xrightarrow{t^o} Ni(NO_2)_2 + O_2$$

Нитраты металлов после меди ($Hg(NO_3)_2$, $AgNO_3$) разлагаются до свободного металла, диоксида азота и кислорода:

$$Hg(NO_3)_2 \xrightarrow{t^o} Hg + 2NO_2 + O_2$$

Нитраты остальных металлов (в том числе лития, магния и меди) разлагаются на оксид металла, диоксида азота и кислород:

$$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^o} 2CuO + 4NO_2 + O_2$$

Нитрат и нитрит аммония:

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{t^o} N_2O + 2H_2O$$

$$NH_4NO_2 \xrightarrow{t^o} N_2 + 2H_2O$$

3. Взаимодействие с кислотами: если соль образована более слабой (летучей) кислотой, или в результате реакции выпадает осадок, соли вступают с кислотами в реакции обмена:

$$2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HCl\uparrow$$

Основные соли при действии кислот переходят в средние:

$$FeOHCl + HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2O$$

Средние соли, образованные многоосновными кислотами, при взаимодействии с ними образуют кислые соли:

$$Na_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 2NaHSO_4.$$

4. Взаимодействие со щелочами. Со щелочами реагируют соли, катионам которых соответствуют нерастворимые гидроксосоли или основания.

$$CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$$2CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow (CuOH)_2SO_4\downarrow + Na_2SO_4$$

5. Взаимодействие с металлами: каждый предыдущий (более активный) металл в ряду напряжений вытесняет последующий за ним из раствора его соли:

$$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu\downarrow + FeSO_4$$

Пример решения задачи на расчет массовой доли вещества

Массовая доля вещества – отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы: $\omega(X) = m(X)/m$,

где $\omega(X)$– массовая доля вещества X, выражается в долях от единицы или в процентах

m(X) – масса вещества X,

m – масса всей системы.

Задача: Выведите формулу кристаллогидрата сульфата железа (II) , если при прокаливании 3,5 г кристаллогидрата остаётся 1,91 г безводной соли.

Решение:

Дано: $m(FeSO_4 \cdot nH_2O)=3,5$ г; $m(FeSO_4)=1,91$ г. Найти: n-?

Составляем уравнение реакции: $FeSO_4 \cdot nH_2O \rightarrow FeSO_4 + nH_2O$

1 действие: Определяем количество вещества сульфата железа:

$\nu(FeSO_4) = m(FeSO_4)/ M(FeSO_4) = 1,91/152 = 0,0126$ моль

2 действие: Из уравнения реакции: $\nu(FeSO_4 \cdot nH_2O) = \nu(FeSO_4) = 0,01256$ моль.

3 действие: Рассчитываем молярную массу кристаллогидрата:

$M(FeSO_4 \cdot nH_2O) = m(FeSO_4 \cdot nH_2O)/ \nu(FeSO4 \bullet 7H2O) = 3,5 /0,0126 = 278$ г.

Количество моль кристаллизационной воды можно найти из формулы молярной массы: $M(FeSO_4 \cdot nH_2O) = M(FeSO_4) + n\ M(H_2O)$

$278 = 152 + 18\ n \qquad n = 7$

Ответ: $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

Задачи для самостоятельной работы по теме «Соли» .

Вариант 1.

1. Какая масса карбоната кальция образуется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокабоната кальция?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 49 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 2,1110 г кристаллогидрата остаётся 0,9470 г безводной соли.

Вариант 2.

1. Какая масса карбоната магния образуется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокабоната магния?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 7,3 г соляной кислоты и гидроксида железа (III) массой 10,7 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 2,55 г кристаллогидрата остаётся 1,6226 г безводной соли.

Вариант 3.

1. Какая масса средней соли образуется при прокаливании 10 г $NaHCO_3$?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди массой 49 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата $Na_2RuO_4 \cdot nH_2O$ если при прокаливании 1,1450 г кристаллогидрата остаётся 1,0550 г безводной соли.

Вариант 4.

1. Какая масса кальцинированной соды образуется при прокаливании 10 г гидрокабоната натрия?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г серной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата кальция, если при прокаливании 4,3044 г кристаллогидрата выделяется 0,9006 г воды.

Вариант 5.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата калия массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г серной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата фосфата железа (III), если при прокаливании 1,6700 г кристаллогидрата остаётся 1,1921 г безводной соли

Вариант 6.

1. Какая масса карбоната кальция подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 4 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата $Na_2B_4O_7 \cdot nH_2O$ если при прокаливании 1,9071 г кристаллогидрата остаётся 1,0063 г безводной соли

Вариант 7.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата меди (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 4 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида магния, если при прокаливании 6,099 г кристаллогидрата выделяется 3,243 г воды

Вариант 8.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата меди (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 12 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата $K_2OsO_4 \cdot nH_2O$ если при прокаливании 1,8440 г кристаллогидрата остаётся 1,6620 г безводной соли

Вариант 9.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата натрия массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида кальция, если при прокаливании 3,65 г кристаллогидрата выделяется 1,8 г воды

Вариант 10.

1. Какая масса карбоната бария образуется при кипячении раствора, содержащего 10 гидрокабоната бария?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора, содержащего 16 г гидроксида натрия, и углекислого газа объёмом 4,48 л (н.у.)?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата кальция, если при прокаливании 2,1522 г кристаллогидрата остаётся 1,7019 г безводной соли.

Вариант 11.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении $Pb(NO_3)_2$ массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 3,3 г сероводородной кислоты и гидроксида калия массой 5,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 4,222 г кристаллогидрата выделяется 2,328 г воды.

Вариант 12.

1. Какая масса карбоната цинка подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 2,24 л (н.у.)?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 24,5 г ортофосфорной кислоты и гидроксида кальция массой 18,5 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида магния, если при прокаливании 2,0333 г кристаллогидрата остаётся 0,9523 г безводной соли.

Вариант 13.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата железа (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида магния массой 5,8 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата $Fe_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$, если при прокаливании 3,34 г кристаллогидрата выделяется 0,9558 г воды.

Вариант 14.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата ртути (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 22,4 л (н.у.) сероводорода и такого же объёма аммиака?

3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната натрия, если при прокаливании 7,15 г кристаллогидрата остаётся 2,65 г безводной соли.

Вариант 15.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата серебра массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 8,96 л хлороводорода (н.у.) и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?

3. Выведите формулу кристаллической соды $Na_2CO_3 \cdot nH_2O$, если при прокаливании 4,29 г кристаллогидрата выделяется 2,7 г воды.

Вариант 16.

1. Какая масса нитрата никеля подверглась термическому разложению, если в результате реакции выделился газ объёмом 2,24 л?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 98 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата магния, если при прокаливании 45,6 г кристаллогидрата остаётся 24 г безводной соли.

Вариант 17.

1. Какой объём углекислого газа выделяется при кипячении раствора, содержащего 10 г гидрокабоната магния?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида железа (III) массой 10,7 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата магния, если при прокаливании 22,8 г кристаллогидрата выделяется 10,8 г воды.

Вариант 18.

1. Какой объём газа выделяется при прокаливании 10 г карбоната кальция?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 36,5 г соляной кислоты и гидроксида меди массой 9,8 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната магния, если при прокаливании 2,07 г кристаллогидрата остаётся 1,26 г безводной соли.

Вариант 19.

1. Какой объём газа выделяется при прокаливании 10 г нитрата лития?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г серной кислоты и гидроксида рубидия массой 50 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата карбоната магния, если 41,7 г кристаллогидрата теряют при обезвоживании 16,2 г воды.

Вариант 20.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата серебра массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 40 г сернистой кислоты и гидроксида калия массой 56 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 10 г кристаллогидрата остаётся 6,363 г безводной соли.

Вариант 21.

1. Какая масса карбоната бария подверглась термическому разложению, если объём выделившегося углекислого газа составил 3,36 л (н.у.)?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 4,9 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 8 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида марганца (II), если при прокаливании 20 г кристаллогидрата выделяется 7,274 г воды.

Вариант 22.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата железа (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 16 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 10 г кристаллогидрата выделяется 4,7 г воды.

Вариант 23.

1. Какой объём диоксида азота (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата магния (II) массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 9,8 г ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия массой 24 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при прокаливании 20 г кристаллогидрата остается 10,6 г воды безводной соли.

Вариант 24.

1. Какой объём газа образуется при термическом разложении 10 г хлорида аммония?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии 14,6 г соляной кислоты и гидроксида меди (II) массой 19,6 г?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если при прокаливании 10 г кристаллогидрата выделяется 1,475 г воды.

Вариант 25.

1. Какой объём кислорода (н.у.) выделится при термическом разложении нитрата лития массой 10 г?

2. Какая масса соли образуется при взаимодействии раствора, содержащего 16 г гидроксида натрия, и углекислого газа объёмом 2,24 л (н.у.)?

3. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если при прокаливании 5 г кристаллогидрата образуется 4,2625 г сухого остатка.

Тема 6. Генетическая связь неорганических веществ

Генетическая связь — это связь между веществами разных классов, основанная на их взаимопревращениях и отражающая единство их происхождения.

Генетический ряд - ряд веществ–представителей разных классов неорганических соединений, являющихся соединениями одного химического элемента, связанных взаимопревращениями и отражающих общность происхождения этих веществ.

Основные признаки генетических рядов:

1. Все вещества одного ряда должны быть образованы одним химическим элементом: $Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow AgCl$ – генетический ряд хлора.

2. Вещества, образованные одним и тем же элементом, должны принадлежать к различным классам химических веществ.

3. Вещества, образующие генетический ряд элемента, должны быть связаны между собой взаимопревращениями. Ряд называется полным, если он начинается и заканчивается простым веществом, и неполным, если заканчивается другим веществом.

Выделяют следующие генетические ряды:

1. Генетический ряд металлов, гидроксиды которых являются основаниями (щелочами): металл → основный оксид → основание (щелочь) → соль

Например: $Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$

2. Генетический ряд металлов, которые образуют амфотерные гидроксиды:

металл → амфотерный оксид → соль → амфотерный гидроксид → соль

Например: $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$

Оксид цинка с водой не взаимодействует, поэтому из него сначала получают соль, а затем гидроксид цинка. Так же поступают, если металлу соответствует нерастворимое основание.

3. Генетический ряд неметаллов (неметаллы образуют только кислотные оксиды):

неметалл → кислотный оксид → кислота → соль

Например: $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow K_3PO_4$

Переход от одного вещества к другому осуществляется с помощью химических реакций

Задачи для самостоятельной работы по теме «Генетическая связь»

1. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида никеля (II), полученного из 15 г никеля:

$$Ni \rightarrow NiO \rightarrow NiSO_4 \rightarrow Ni(OH)_2$$

2. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида меди (II), полученного из 13 г меди:

$$Cu \rightarrow CuO \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2$$

3.Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу висмута, полученного из 10 г исходной соли:

$$Bi(NO_3)_3 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow Bi_2O_3 \rightarrow Bi$$

4. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида кобальта (II), необходимого для получения 20 г металлического кобальта:

$$Co(OH)_2 \rightarrow CoO \rightarrow Co \rightarrow CoCl_2$$

5. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу плюмбита натрия, полученного из 10 г металлического свинца:

$$Pb \rightarrow Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO \rightarrow K_2PbO_2$$

6. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу фосфора, необходимого для получения 100 г ортофосфата калия:

$$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow K_3PO_4$$

7. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хлорида серебра, полученного из 44,8 л хлора (н.у.):

$$Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow AgCl$$

8. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хрома, необходимого для получения 10 г гидроксида хрома (III):

$$Cr \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow CrCl_3 \rightarrow Cr(OH)_3$$

9. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу оксида олова (II), необходимого для получения 10 г станнита натрия:

$$SnO \rightarrow SnSO_4 \rightarrow Sn(OH)_2 \rightarrow Na_2SnO_2$$

10. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу оксида железа (III), полученного из 10 г металлического железа

$$Fe \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3$$

11. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу хлорида кальция, полученного из 10 г металлического кальция:

$$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$$

12. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида цинка, полученного из 10 г металлического цинка:

$$Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2$$

13. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу алюминия, необходимого для получения 10 г гидроксида алюминия:

$$Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3;$$

14. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу сульфита натрия, полученного из 32 г серы:

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3$$

15. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу серы, необходимой для получения 3,36 л триоксида серы (н.у.):

$$S \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3$$

16. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу азотной кислоты, полученной из азота объёмом 8,96 л (н.у.):

$$N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3$$

17. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидрофосфита калия, полученного из 10 г фосфора:

$$P \rightarrow P_2O_3 \rightarrow H_3PO_3 \rightarrow K_2HPO_3$$

18. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу бромида натрия, полученного из 10 г брома:

$$Br_2 \rightarrow HBr \rightarrow NaBr \rightarrow Br_2$$

19. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу карбоната кальция, полученного из углекислого газа объёмом 2,24 л (н.у.):

$$C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$$

20. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу нитрита натрия, полученного из 10 г металлического натрия:

$$Na \rightarrow NaOH \rightarrow NaNO_3 \rightarrow NaNO_2$$

21. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу магния, необходимого для получения 10 г гидроксида магния:

$$Mg \rightarrow MgO \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2$$

22. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу гидроксида бериллия, полученного из 10 г бериллия:

$$Be \rightarrow BeO \rightarrow BeCl_2 \rightarrow Be(OH)_2$$

23. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу кремниевой кислоты, полученной из 10 г кремния:

$$Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3$$

24. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу нитрита аммония, полученного из азота объёмом 8,96 л (н.у.):

$$N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4NO_2 \rightarrow N_2$$

25. Напишите уравнения реакций для следующих превращений, рассчитайте массу лития, необходимого для получения сульфата лития массой 10 г:

$$Li \rightarrow Li_2O \rightarrow LiOH \rightarrow Li_2SO_4$$

Дополнительные задачи:

1. В 250 мл воды растворили 4,2 г лития, затем добавили 200 г 20% раствора сульфата меди (II). Определите массовую долю соли в полученном растворе.

2. К 100 г 8% раствора гидроксида натрия прилили раствор, содержащий 24 г сульфата меди. Осадок отфильтровали, высушили, прокалили и взвесили. Масса твердого остатка составила 7,6 г. Вычислить выход реакции в процентах от теоретически возможного.

3. В 500 г 10% раствора гидроксида натрия растворили 3,22 г. металлического натрия. Найти массовую долю гидроксида натрия в образовавшемся растворе.

Список литературы

Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия.: учебник 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

Глинка Н.Л. Общая химия.: учебник / под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

Глинка Н.Л. Общая химия. Задачи и упражнения: учебно-практическое пособие. Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2014. 240 с.

Хомченко И.Г. Общая химия. Сборник задач и упражнений. Изд-во «Новая волна», 2011. 256 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО«Уральский государственный горный университет»



Р. А. Апакашев, В. В. Павлов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ХИМИИ

Утверждено Редакционно-издательским советом
Уральского государственного горного университета
в качестве учебного пособия

Екатеринбург – 2008

УДК 546
А76

Рецензенты: кафедра «Технология сварочного производства» механико-машиностроительного факультета УГТУ - УПИ, зав. кафедрой Шалимов М.П., профессор, д-р техн.наук; Фетисов А.В., ведущий научный сотрудник лаборатории статики и кинетики процессов Института металлургии УрО РАН, д-р хим. наук, Красиков С.А., ведущий научный сотрудник лаборатории пирометаллургии цветных металлов Института металлургии УрО РАН, д-р техн. наук.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

Апакашев Р.А., Павлов В.В.

А76 Теоретические основы общей химии: учебное пособие / Р.А. Апакашев, В.В. Павлов; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд - во УГГУ, 2008. - 240 с.

Пособие соответствует дисциплине «Химия» направления 150400 «Технологические машины и оборудование» высшего профессионального образования для подготовки инженеров.

Рассмотрены энергетика и кинетика химических реакций, химическое равновесие, химия растворов, современные представления о строении атомов и различных типах химической связи, комплексные соединения, а также окислительно-восстановительные процессы, коррозия и защита металлов. Изложение теоретического материала сопровождается примерами решения прикладных задач, учитывающих специфику вуза горного профиля. Приведены контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения.

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса, обучающихся по специальности «Горные машины и оборудование».

Рис. 23. Табл. 11. Библиогр. 7 назв.

УДК 546

© Уральский государственный горный университет, 2008
© Апакашев Р. А., Павлов В. В., 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для студентов высших технических учебных заведений изучение химии составляет часть учебной программы по избранной специальности. Причем такими специальностями в горном университете являются практически все, имеющие отношение к поиску, разведке, добыче и обогащению полезных ископаемых.

Дело в том, что химия, также как математика, физика является фундаментальной наукой. Практически в любой отрасли горного дела приходится сталкиваться с технологическими свойствами различных веществ, например, с их твердостью, прочностью, активностью при взаимодействии с другими веществами или устойчивостью к внешним условиям. В отечественной и зарубежной практике ведения горных работ все более широкое применение находит высокопроизводительная разработка месторождений полезных ископаемых, обеспечивающая полное извлечение и охрану недр с меньшими затратами на добычу минерального сырья и снижение отрицательного влияния на окружающую природную среду. Поэтому химия, как наука, имеет важное значение в образовательном процессе студентов специальности «Горные машины и оборудование», будущая профессиональная деятельность которых связана с решением вопросов технологии и техники экологически безопасной разработки месторождений в условиях высокопроизводительной механизированной добычи полезных ископаемых.

Успешный поиск и разведка месторождений полезных ископаемых, оценка пригодности водного бассейна к практическому использованию, идентификация вещества, определение возраста горных пород, проектирование и создание высокотехнологичного горного оборудования тесно связаны с химической наукой. Уровень компетентности горного инженера будет несомненно выше, если он освоит в вузе и сумеет использовать в своей производственной деятельности базовые знания в области химии.

Глава 1
КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

1.1. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И МИНЕРАЛЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Вещества, окружающие нас в природе и представленные в земной коре, принято делить на простые и сложные. Простые вещества состоят из атомов одного химического элемента, сложные – из атомов различных элементов.

Традиционно простые вещества по физическим и химическим свойствам подразделяют на две группы: металлы и неметаллы. Для металлов обычно характерны металлический блеск, ковкость, тягучесть – свойства, как правило, отсутствующие у неметаллов. Однако основным критерием принадлежности простого вещества к той или иной группе является химический характер соединений, образующихся в результате взаимодействия этого вещества с кислородом и водой.

Среди сложных веществ, состоящих из атомов различных элементов, выделяют химические соединения неорганического и органического происхождения. В свою очередь, например, неорганические соединения могут классифицироваться по составу или по свойствам (функциональным признакам). Так, по составу возможно деление на бинарные, состоящие из атомов двух элементов, и многоэлементные соединения. К бинарным соединениям относятся оксиды, образующиеся при взаимодействии атомов химического элемента с кислородом:

$$2Cu + O_2 = 2CuO,$$

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3.$$

Важную группу сложных по составу соединений образуют гидроксиды. Гидроксиды можно рассматривать как соединения оксидов с водой. При этом

оксиды металлов обычно образуют основания, а оксиды неметаллов – кислоты:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 ,$$
$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4 .$$

В состав молекулы основания входят ион металла и соответствующее его заряду число групп OH^-. Многие основания мало растворимы в воде. Хорошо растворимые основания, такие как NaOH, KOH, называют щелочами.

Молекулы кислот содержат один или несколько ионов водорода и кислотный остаток.

Между собой кислоты и основания реагируют с образованием солей, например:

$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O.$$

Соль, молекула которой содержит основной остаток без ионов OH^- (ион металла) и кислотный остаток без ионов H^+ является средней. С учетом зарядов остатков составляют формулу соли, помня, что молекула любого вещества электрически нейтральна. Так, основной остаток Ca^{2+} образует с кислотным остатком PO_4^{3-} среднюю соль $Ca_3(PO_4)_2$.

В тех случаях, когда для нейтрализации кислоты взято недостаточно основания, часть ионов водорода кислоты остается незамещенной на ионы металла. Образующиеся при этом соли, содержащие незамещенные ионы водорода исходной кислоты, называют кислыми. Например, кислые соли $NaHSO_4$ и $Ca(H_2PO_4)_2$ могут быть получены следующим образом:

$$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O,$$
$$2H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2H_2O.$$

В противоположном случае, при недостатке кислоты, образуются основные соли, содержащие гидроксильные группы исходного основания, не

замещенные на кислотные остатки. Например:

$$Al(OH)_3 + H_2SO_4 = AlOHSO_4 + 2H_2O,$$
$$Mg(OH)_2 + HCl = MgOHCl + H_2O.$$

Очевидно, что основные соли образуются основаниями, в состав молекулы которых входит несколько групп OH^-. Соответственно, образование кислых солей возможно для тех кислот, в молекуле которых более одного иона водорода.

Кроме средних, кислых и основных известны двойные соли, примерами которых могут служить $CaMg(CO_3)_2$ и $Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$. Как видно из приведенных формул, двойная соль содержит одновременно либо разные металлы при одном и том же кислотном остатке, либо разные кислотные остатки при одном и том же ионе металла.

Помимо основных и кислотных оксидов с соответствующими им гидроксидами известны амфотерные оксиды и гидроксиды, способные проявлять как кислотные, так и основные свойства.

Амфотерные гидроксиды, например, $Zn(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, $Pb(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Sb(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, образуют соли при взаимодействии как с кислотами, так и с основаниями. При взаимодействии с кислотами амфотерные гидроксиды проявляют свойства оснований, а при взаимодействии с основаниями - свойства кислот:

$$Zn(OH)_2 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O,$$
$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O \text{ (при спекании)},$$
$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)]_4 \text{ (в растворе)}.$$

Большинство рассмотренных выше типов неорганических соединений встречается в земной коре в виде минералов. Агрегаты из различных минералов представляют собой горные породы. Известно, что в земной коре со-

держится около 3000 минералов. В таблице 1.1 приведены наиболее распространенные из них.

Таблица 1.1

Распространенные минералы земной коры

Название минерала	Химическая формула	Название минерала	Химическая формула
Кальцит	$CaCO_3$	Гематит	Fe_2O_3
Халькопирит	$CuFeS_2$	Малахит	$(CuOH)_2CO_3$
Киноварь	HgS	Пирит	FeS_2
Корунд	$A1_2O_3$	Перовскит	$CaTiO_3$
Флюорит	CaF_2	Кварц	SiO_2
Галенит	PbS	Тальк	$Mg_3(Si_2O_5)_2(OH)_2$
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Бирюза	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$
Галит	$NaCl$	Вульфенит	$PbMoO_4$
Доломит	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	Апатит	$Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$

Каждый минерал обладает определенным химическим составом, исходя из которого он может быть отнесен к конкретному классу химических соединений. Так, состав минерала галенита PbS отвечает средней соли, доломита $CaMg(CO_3)_2$ и апатита $Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$ - двойной соли, а состав малахита $(CuOH)_2CO_3$ – основной соли. Есть минералы, являющиеся по своему составу гидроксидами: сассолин H_3BO_3 - кислотный гидроксид, брусит $Mg(OH)_2$ - основной гидроксид. Любой минерал характеризуется вполне определенными химическими свойствами, соответствующими свойствам того класса соединений, к которому он может быть отнесен. Поэтому, например, ориентируясь в химических свойствах солей, как класса соединений, можно охарактеризовать типичные химические свойства всех тех минералов, состав которых выражается формулой соли.

1.2. НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Номенклатура неорганических соединений – важная часть знаний в области химии. Название химического соединения может отражать его состав, т.е. эмпирическую формулу. Такое название относят к систематическим. В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Кроме систематических на практике применяются устоявшиеся традиционные или тривиальные (условные) названия.

Рассмотрим примеры систематической номенклатуры различных соединений, сопровождая их традиционными названиями.

Оксиды. В номенклатуре ИЮПАК оксидам придают характерный суффикс «ид». Для отражения стехиометрии возможны два варианта: либо указывать степень окисления римскими цифрами, либо использовать префиксы, образованные от греческих числительных. Например:

NO – оксид азота (II) (монооксид азота); NO_2 – оксид азота (IV) (диоксид азота); N_2O_5 – оксид азота (V) (пентаоксид диазота);

Fe_3O_4 – оксид железа (III) (тетраоксид трижелеза);

CO – оксид углерода (II) (монооксид углерода); CO_2 – оксид углерода (IV) (диоксид углерода).

Термин «смешанные оксиды» не рекомендуется, следует использовать название «двойные оксиды». Названия двойных оксидов можно образовать следующим образом: Cr_2CuO_4 – оксид меди (II) – дихрома (III) или тетраоксид меди – дихрома.

Основания. Названия основных гидроксидов образуются из слова «гидроксид» и названия элемента в родительном падеже. После названия элемента, способного проявлять в химических соединениях различную степень окисления, в скобках римскими цифрами указывается ее значение. Например:

LiOH – гидроксид лития, $Ba(OH)_2$ – гидроксид бария, $Fe(OH)_2$ – гид-

роксид железа (II), $Fe(OH)_3$ - гидроксид железа (III), $Mn(OH)_4$ – гидроксид марганца (IV).

Кислоты. Названия кислот, не содержащих в своем составе кислород, образуют как для соединений водорода, придавая анионам суффикс «ид»: HCl – хлорид водорода, H_2S – сульфид водорода, HCN – цианид водорода, HN_3 – азид водорода. Наряду с систематическими названиями в современной номенклатуре сохраняются и традиционные названия. Так, водные растворы галогенидов водорода называют: HF – фтороводородная кислота (плавиковая кислота), HCl – хлороводородная кислота (соляная кислота), HJ – иодоводородная кислота.

Кислоты, образованные из многоатомных анионов, чаще всего являются кислородсодержащими кислотами. Для этих кислот обычно применяются традиционные несистематические названия. В табл. 1.2 приведены названия наиболее известных кислот и их солей.

Названия солей составляют из названия аниона кислоты в именительном падеже и названия катиона в родительном падеже (хлорид натрия, сульфат меди и т. п.). При этом название аниона производят от корня латинского наименования образующего кислоту элемента. Степень окисления иона металла указывают, если необходимо, римскими цифрами в скобках.

В случае бескислородных кислот название аниона имеет окончание «ид». Например, соли NaBr, FeS, KCN соответственно называются бромид натрия, сульфид железа (II), цианид калия.

Названия анионов кислородсодержащих кислот получают окончания и приставки в соответствии со степенью окисления образующего кислоту элемента. Высшей степени окисления («... ная» или «... овая» кислота) отвечает окончание «ат». Так, соли серной кислоты H_2SO_4 называются сульфатами, хромовой H_2CrO_4 - хроматами и т. д. Более низкой степени окисления («... истая» кислота) соответствует окончание «ит». Например, соли сернистой кислоты H_2SO_3 - сульфиты, азотистой HNO_2 - нитриты и т. д.

Таблица 1.2

Распространенные кислоты и их соли

Кислота		Названия соответствующих средних солей
формула	название	
HNO_3	Азотная	Нитраты
HNO_2	Азотистая	Нитриты
H_3BO_3	Борная	Бораты
H_2SiO_3	Кремниевая	Силикаты
$HMnO_4$	Марганцовая	Перманганаты
H_3PO_3	Фосфористая	Фосфиты
HPO_3	Метафосфорная	Метафосфаты
H_3PO_4	Ортофосфорная	Ортофосфаты (фосфаты)
$H_4P_2O_7$	Пирофосфорная	Пирофосфаты
H_3AsO_3	Мышьяковистая	Арсениты
H_3AsO_4	Мышьяковая	Арсенаты
H_2SO_3	Сернистая	Сульфиты
H_2SO_4	Серная	Сульфаты
H_2CO_3	Угольная	Карбонаты
HF	Плавиковая	Фториды
$HC1O_4$	Хлорная	Перхлораты
$HClO_3$	Хлорноватая	Хлораты
HClO	Хлорноватистая	Гипохлориты
HCl	Соляная	Хлориды
H_2CrO_4	Хромовая	Хроматы

В том случае, если существует кислота с еще более низкой степенью окисления кислотообразующего элемента («... оватистая» кислота), ее анион получает приставку «гипо» и окончание «ит». Так, соли хлорноватистой кислоты HC1O называют гипохлоритами.

Соли некоторых кислот в соответствии с исторически сложившейся

традицией сохранили названия, отличающиеся от систематических. Например, соли марганцовой ($HMnO_4$), хлорной ($HClO_4$), йодной (HIO_4) кислот называют соответственно перманганатами, перхлоратами и перйодатами. В связи с этим соли марганцовистой (H_2MnO_4), хлорноватой ($HClO_3$) и йодноватой (HIO_3) кислот носят названия манганатов, хлоратов и йодатов.

Названия кислых солей образуют так же, как и средних, но при этом добавляют приставку «гидро», указывающую на наличие незамещенных атомов водорода, число которых обозначают греческими числительными (ди, три и т. д.). Например, $Ba(HCO_3)_2$ - гидрокарбонат бария, NaH_2PO_4 дигидроортофосфат натрия, KHS - гидросульфид калия.

Названия основных солей тоже образуют подобно названиям средних солей, но при этом добавляют приставку «гидроксо», указывающую на наличие незамещенных гидроксогрупп. Так, FeOHCl - хлорид гидроксожелеза (II), $(NiOH)_2SO_4$ сульфат гидроксоникеля (II), $A1(OH)_2NO_3$ - нитрат дигидроксоалюминия.

1.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Напишите химические формулы следующих соединений:

а) хлорид железа (III), фосфат натрия, хлорид бария, хромат калия, сульфат железа (II), гидроксид калия, хлорид стронция, серная кислота, нитрат кобальта (II), гидроксид бария, бромид марганца (II), сульфид аммония;

б) нитрат свинца (II), сероводород, сульфат натрия, нитрат серебра, хлорид титана (IV), нитрат серебра, хлорид висмута (III), сульфид натрия, сульфат никеля (II), нитрит свинца, хлорид натрия, хлорид алюминия, сульфат серебра, фосфат цезия, сульфат алюминия, нитрат железа (II), фосфат кальция;

в) соляная кислота, сульфид сурьмы (III), силицид магния, серная кислота, фосфид кальция, азотная кислота, карбид кальция, нитрид магния, арсенид цинка, карбид алюминия, фосфорная кислота, гидросульфат натрия,

сернистая кислота, гидрокарбонат кальция, бромистоводородная кислота, цианид натрия, оксалат калия;

г) хлорид аммония, гидроксид лития, диоксид углерода, сульфид рубидия, ортофосфат натрия, сульфат меди, нитрат алюминия, нитрат цинка, хлорид магния, сульфид хрома (III), оксалат железа (II).

2. Назовите следующие химические соединения:

а) $NaClO_3$, K_3PO_4, $TiBr_3$, $Ba(HSO_3)_2$, $Zn(CN)_2$, CaO, NaBr, $H_2C_2O_4$, MnO_2, H_2SO_4, Na_2S, $Na_2Cr_2O_7$, KCO_4, $Sb_2(SO_4)_3$, MgI_2, $NaNO_2$, NH_4OH;

б) H_2S, MnS, HNO_3, $Mn(NO_3)_2$, NO, Cu_2O, NO_2 , $Mn(NO_3)_2$, PbO_2, $HMnO_4$, H_2SeO_3, $SnCl_2$, Na_2WO_4, $SnCl_4$, Na_2CrO_4, $C1O_2$, Hg_2SO_4, AsH_3, Na_2SO_3.

Глава 2
НАПРАВЛЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

2.1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Горение угля – пример одной из многих реакций, протекающих с выделением энергии. Согласно закону сохранения, энергия не исчезает бесследно и не возникает из ничего. Поэтому тепловая энергия, выделяемая при горении, поступает в окружающую среду. Такие химические реакции, сопровождающиеся выделением теплоты в окружающую среду, называются **экзотермическими**. Противоположные им в этом отношении процессы, протекающие с поглощением теплоты, являются **эндотермическими.**

Многие химические реакции, в частности реакции, протекающие на поверхности земной коры, идут при практически постоянном атмосферном давлении. Для химических реакций, происходящих при постоянном давлении, пользуются специальной термодинамической функцией, называемой **"энтальпия"** (обозначается латинской буквой H). Дело в том, что **изменение энтальпии (ΔH) в ходе процесса, протекающего при постоянном давлении, равно количеству тепловой энергии, выделяемой или поглощаемой системой в ходе этого процесса.**

Рассмотрим такой пример. Один моль каменного угля при 20 °C и атмосферном давлении имеет определенное значение энтальпии. Если удвоить количество угля, взяв 2 моля, энтальпия также удвоится. Энтальпия является экстенсивным свойством системы, то есть свойством, зависящим от количества вещества. Поэтому можно говорить об энтальпии, приходящейся на один моль вещества.

Заметим, что энтальпия зависит от физического состояния вещества. Например, энтальпия угля при 50 °C отличается от его энтальпии при 20 °C.

Если же оговорить конкретные условия, энтальпия оказывается вполне определенной величиной. При этом нет необходимости указывать, каким образом вещество приведено к данным условиям, имеет значение лишь конкретное рассматриваемое состояние.

Свойства системы, зависящие только от конкретных условий состояния, но не зависящие от пути достижения этого состояния, называются **функциями состояния.** Энтальпия и является такой функцией, также как, например, механическая потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли, является функцией состояния, зависящей от высоты подъема. Величина потенциальной энергии не зависит от того, по какому пути (траектории) поднимали тело до занимаемого конечного положения. Изменение потенциальной энергии зависит только от начального и конечного положения тела.

При протекании химической реакции энтальпии продуктов отличаются от энтальпий исходных реагентов. Изменение энтальпии в произвольной реакции ($\Delta H_{реакции}$) представляет собой разность между суммарной энтальпией продуктов и суммарной энтальпией исходных реагентов:

$$\Delta H_{реакции} = \Sigma H_{продукты\ реакции} - \Sigma H_{исходные\ реагенты}.$$

Если суммарная энтальпия продуктов меньше, чем суммарная энтальпия исходных реагентов, величина ΔH отрицательна ($\Delta H < 0$). При отрицательном изменении энтальпии переход от исходных веществ к продуктам сопровождается выделением теплоты, то есть реакция является экзотермической. В том случае, когда $\Delta H > 0$, реакция является эндотермической (рис. 2.1).

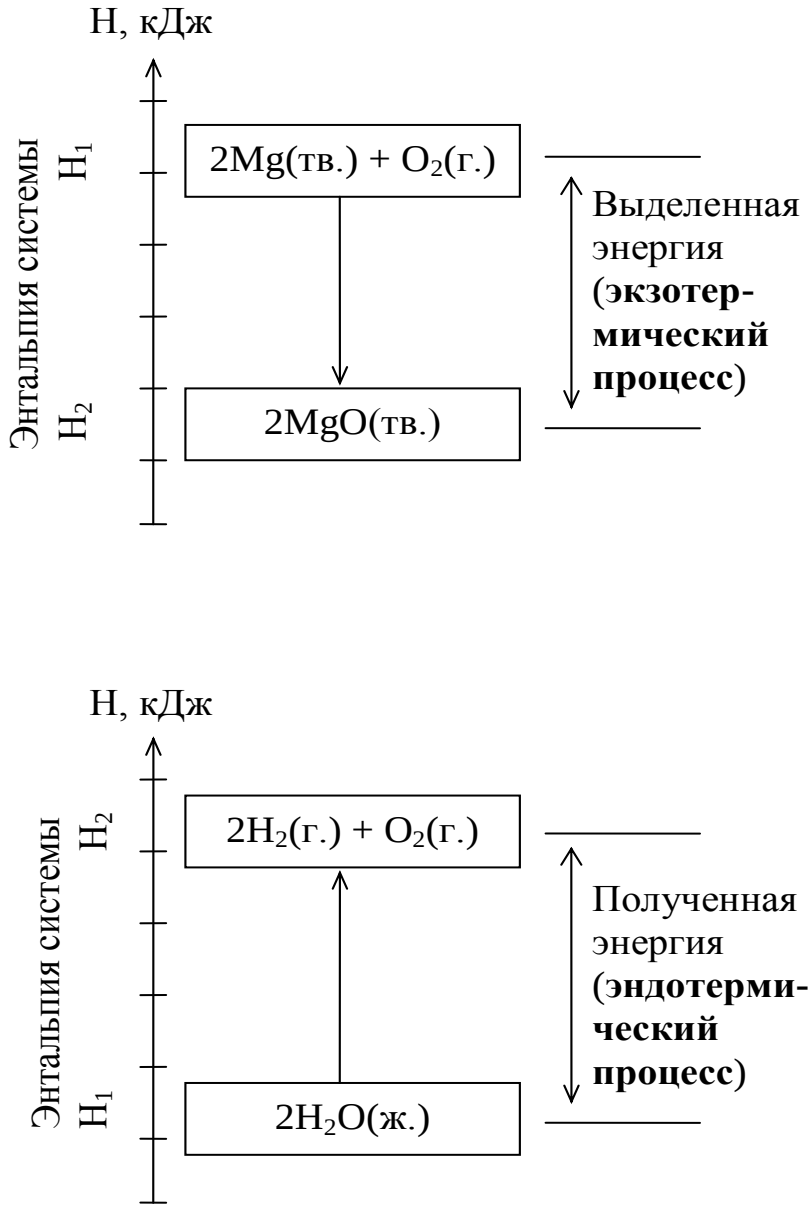


Рис. 2.1. Энергетическая схема теплового эффекта химической реакции

Изменение энтальпии в ходе процесса проявляется выделением тепла, световым излучением или другими способами. Так, экспериментально установлено, что сгорание 1 моля метана при постоянном давлении сопровождается выделением 802 кДж тепловой энергии. Это может быть записано следующим образом:

$$CH_4(г) + 2O_2(г) = CO_2(г) + 2H_2O(г) \quad \Delta H = -\ 802\ кДж/моль. \qquad (2.1)$$

Отрицательное значение ΔH указывает на то, что процесс является экзотермическим. Отметим, что изменение энтальпии прямой реакции равно по величине, но противоположно по знаку изменению энтальпии обратной реакции.

ΔH реакции зависит от состояния исходных веществ и продуктов их взаимодействия. Так, если в реакции горения метана (уравнение 2.1) вода была бы жидким, а не газообразным продуктом, то изменение энтальпии составило бы - 890 кДж/моль вместо - 802 кДж/моль. В случае конденсации во внешнюю среду передается большее количество теплоты, потому что при конденсации 2 молей воды из пара в жидкое состояние дополнительно выделяется еще 2·44 = 88 кДж:

$$H_2O(г) = H_2O(ж) \quad \Delta H = - 44 \text{ кДж/моль.}$$

Следовательно, в уравнениях химических реакций для учета изменений энергии необходимо указывать состояния исходных реагентов и продуктов реакции. Обычно предполагается, что исходные реагенты и продукты находятся при одинаковой температуре, как правило, равной 25 °С.

Значения ΔH реакций образования (теплот образования) различных веществ приводятся в специальных справочных таблицах. Причем соответствующие величины указываются для **стандартных условий** (Т = 298 К, Р = = 1 атм.). Дело в том, что абсолютное значение энтальпии определить невозможно, опытным путем определяется только изменение этой величины (ΔH). Поэтому для удобства соответствующие величины приводятся к одной шкале, началом отсчета в которой и служит стандартное состояние.

Стандартная теплота образования простых веществ считается равной нулю. При этом простые вещества рассматриваются в том агрегатном состоянии и в той модификации, в какой они устойчивы при стандартных условиях. Так, нулевой является стандартная теплота образования простых веществ -

кислорода O_2, железа Fe, водорода H_2 и т.д. Однако стандартное изменение энтальпии реакции образования озона O_3 не равно нулю, потому что для его образования из устойчивых в стандартном состоянии молекул кислорода O_2 требуются энергетические затраты. По этой же причине не равно нулю и стандартное изменение энтальпии реакции образования алмаза из графита:

$$C(\text{графит}) = C(\text{алмаз}) \quad \Delta H = 1{,}89 \text{ кДж/моль}.$$

В случае химических соединений стандартной теплотой образования называют тепловой эффект химической реакции образования одного моля соединения из простых веществ.

Например, стандартная теплота образования кальцита $CaCO_3$ в кристаллическом состоянии представляет собой тепловой эффект следующей реакции (в стандартных условиях):

$$Ca(к) + C(\text{графит}) + 1{,}5O_2(г) = CaCO_3(к) \quad \Delta H = -1206 \text{ кДж/моль}.$$

По справочным данным о стандартной теплоте образования веществ можно вычислять стандартные изменения энтальпии практически любых реакций. Для этого необходимо просуммировать теплоты образования всех продуктов реакции, умножив теплоту образования каждого вещества на соответствующий стехиометрический коэффициент в уравнении реакции, и затем вычесть из этой суммы аналогичную сумму теплот образования всех исходных реагентов.

Например, пользуясь справочными данными о теплоте образования, определим стандартное изменение энтальпии ΔH^0 для реакции горения этана:

$$C_2H_6(г) + 3{,}5O_2(г) = 2CO_2(г) + 3H_2O(г).$$

Вещество	C_2H_6(г)	CO_2(г)	H_2O(г)
$\Delta H^0_{обр.}$, кДж/моль	- 88,6	- 393,5	- 241,8

$\Delta H^0_{реакции} = [2\Delta H^0_{обр.}(\ CO_2(г)) + 3\Delta H^0_{обр.}(\ H_2O(г))] - [\Delta H^0_{обр.}(\ C_2H_6(г)) + 3{,}5\Delta H^0_{обр.}(\ O_2(г))] = [2(-393{,}5) + 3(-241{,}8)] - [-88{,}6 + 3{,}5\cdot 0] = -1512{,}4 + 88{,}6 = -1423{,}8$ кДж/моль.

Добавим, что по известному тепловому эффекту реакции образования вещества в одном агрегатном состоянии, можно вычислить тепловой эффект реакции его образования в другом агрегатном состоянии, например:

$$\Delta H°(г) = \Delta H°(к) + \Delta H°(возг.) = \Delta H°(ж) + \Delta H°(исп.);$$

$$\Delta H°(ж) = \Delta H°(т) + \Delta H°(пл);\ \Delta H°(возг.) = \Delta H°(пл.) + \Delta H°(исп.),$$

где $\Delta H°$(пл), $\Delta H°$(возг), $\Delta H°$(исп) - теплоты плавления, возгонки и испарения в расчете на один моль вещества.

2.2. САМОПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Таблица Менделеева содержит более ста химических элементов. В настоящее время 109 из них получили международное название. Большинство элементов встречается в земной коре в виде химических соединений – различных минералов. Количество известных минералов составляет только около трех тысяч. Это намного меньше, чем число теоретически возможных комбинаций атомов различных элементов в виде химических соединений. Подобное несоответствие объясняется тем, что не все химические элементы реагируют друг с другом или, то же самое, не все химические реакции протекают в реальных условиях.

Фундаментальный закон сохранения энергии свидетельствует, что при любых процессах энергия не возникает из ничего и не исчезает бесследно. Все известные виды энергии взаимно превращаются в строго эквивалентных количествах. Это означает, что в таких процессах, как дробление руды, плавление металла или в химической реакции, энергия не создается и не уничтожается, а только передается от одного тела к другому или превращается из одной формы в другую, в сумме оставаясь постоянной.

Однако закон сохранения энергии не отвечает на вопрос, почему процесс, связанный с превращением энергии из одного вида в другой, протекает именно в данном направлении? Реальные процессы протекают только в определенном направлении и, не изменив условий, нельзя реализовать обратное протекание процесса.

Например, такие процессы как переход теплоты от тела с более высокой температурой к контактирующему с ним менее нагретому телу, превращение работы в теплоту при трении, смешение газов и другие процессы протекают с конечной скоростью. С наступлением равновесия (например, при выравнивании температуры тел, обменивавшихся энергией в форме теплоты, при образовании однородной смеси газов и т. д.) процесс заканчивается.

Процессы, протекающие без воздействия внешних сил и приближающие систему к состоянию равновесия, называются **самопроизвольными**. Очевидно, что обратные по направлению процессы, удаляющие систему от равновесия, без внешнего побуждающего воздействия пойти не могут. Такие процессы являются **несамопроизвольными.** Природные явления свидетельствуют, что процессы, самопроизвольно протекающие в одном направлении, не являются самопроизвольными в обратном направлении.

Так, выпущенные из рук предметы падают на землю, нагретые тела остывают до температуры окружающей среды, сжатая пружина стремится принять исходную форму. Эти и многие другие явления, например, выветривание и изменение состава горных пород, характеризуются тем, что соответствующие системы самопроизвольно стремятся достичь состояния, в котором

они обладают минимумом энергии.

Тенденция к достижению минимума потенциальной энергии является одной из движущих сил, определяющих протекание химических реакций. Аналогично тому, как физическое тело обладает потенциальной энергией благодаря своему положению относительно поверхности земли, так и химические вещества обладают запасом потенциальной энергии, определяемым взаимным расположением ядер и электронов. При изменениях этого расположения в результате химической реакции может высвобождаться энергия. Например, самопроизвольный процесс горения природного газа сопровождается значительным экзотермическим эффектом, так как атомы углерода и водорода, образующие углеводороды, в результате реакции горения переходят в кислородные соединения (CO_2 и H_2O).

Добавим, что, тем не менее, известно достаточно большое количество процессов, являющихся самопроизвольными, но не относящихся к экзотермическим. Так, самопроизвольно происходит плавление льда при комнатной температуре, несмотря на то, что данный процесс является эндотермическим. К подобным самопроизвольным процессам относится и эндотермическое растворение многих солей (NaCl, $Ba(ClO_3)_2$ и т. д.) в воде. Расширение идеального газа в вакуум также происходит самопроизвольно, причем в изотермических условиях протекания данного процесса энергия системы не меняется.

Приведенные выше примеры процессов плавления льда, растворения солей и расширения идеального газа имеют общую причину самопроизвольного протекания. Эта причина не связана с характером изменения энтальпии системы в ходе процесса. Дело в том, что во всех трех рассмотренных случаях конечное состояние системы отличается большей хаотичностью или неупорядоченностью, чем исходное состояние. Например, молекулы воды, образующие лед, расположены в узлах кристаллической решетки. При плавлении происходит разрушение кристаллической структуры и молекулы получают возможность свободного перемещения относительно друг друга. Поэтому

распределение отдельных молекул в жидкой воде имеет б**о**льшую неупорядоченность, чем в ее твердом состоянии. Аналогичная ситуация возникает при растворении солей или при расширении газа. Следовательно, уменьшение внутренней энергии системы не является единственным фактором, определяющим возможность самопроизвольного протекания процесса. Самопроизвольное протекание процесса также может быть связано с повышением неупорядоченности системы.

Для характеристики степени неупорядоченности системы используется термодинамическая функция, называемая **энтропией** (обозначается символом S). Чем выше хаотичность системы и меньше степень порядка в ней, тем больше значение ее энтропии. Как и энтальпия, энтропия является функцией состояния. Размерность энтропии [Дж/(моль·град)]. Изменение энтропии в ходе процесса зависит только от исходного и конечного состояний системы, но не зависит от пути, по которому система переходит из одного состояния в другое: $\Delta S = S_{кон.} - S_{нач.}$.

Энтропия относится к экстенсивным величинам. Ее значение зависит от количества вещества в системе. Энтропия подчиняется закону аддитивности, то есть энтропия равновесной системы равна сумме энтропий ее отдельных частей, а изменение энтропии всей системы равно сумме изменений энтропии ее частей. Изменение энтропии в сложном процессе равно сумме изменений энтропии в отдельных стадиях процесса (рис. 2.2).

2.3. ЭНТАЛЬПИЙНЫЙ И ЭНТРОПИЙНЫЙ ФАКТОРЫ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ. ЭНЕРГИЯ ГИББСА

Вернемся к обсуждению двух основных факторов, определяющих направление самопроизвольно протекающих реакций. Один из этих факторов - стремление к достижению минимума энергии системы. Мерой данного

стремления в химических процессах, реализуемых в условиях постоянного давления, является изменение энтальпии ΔH. Второй фактор - стремление изолированной системы (нет обмена с внешней средой веществом и энергией) к достижению в ходе процесса наиболее вероятного неупорядоченного и хаотического состояния. При химическом взаимодействии данная тенденция проявляется в стремлении к распаду веществ на более простые, к образованию молекул меньшего размера и к равномерному их распределению по всему

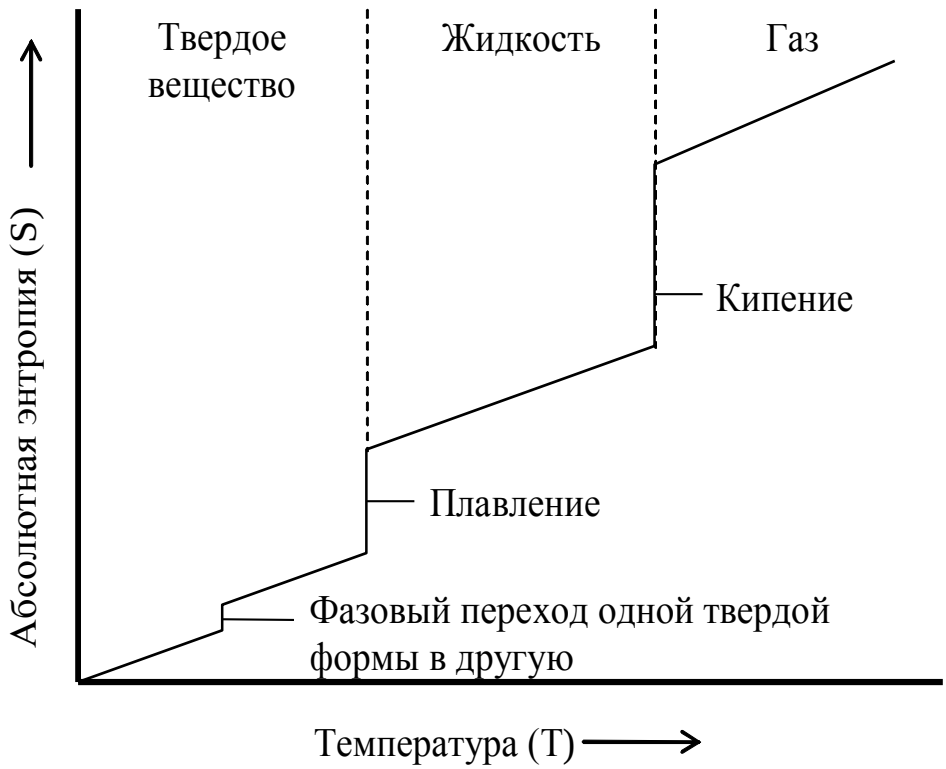


Рис. 2.2. Схема изменения энтропии при повышении температуры вещества

объему системы. Мерой этого стремления является изменение энтропии ΔS, которое происходит в результате таких процессов.

Многие природные процессы протекают в открытых системах, способных обмениваться с окружающей средой веществом и энергией. При протекании химических реакций в открытой системе энтропийному фактору,

действующему в направлении "распыления" частиц и рассеяния вещества, противостоит энтальпийный фактор. Последний действует в направлении агрегации частиц, перераспределения энергии химических связей и межмолекулярного взаимодействия для уменьшения общего запаса энергии системы.

Заключение о возможности самопроизвольного протекания химического процесса в определенном направлении можно получить, рассматривая разность между энтальпийным и энтропийным факторами в виде изменения новой функции ΔG:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Если величина ΔG имеет отрицательный знак ($\Delta G < 0$), то в этом случае соответствующий процесс принципиально осуществим и абсолютное значение разности $\Delta H - T\Delta S$ характеризует движущую силу этого процесса.

В том случае, когда величина ΔG положительна ($\Delta G > 0$), химическая реакция самопроизвольно протекать не может. Осуществимой будет обратная реакция, для которой ΔG имеет отрицательное значение.

Подобно тому, как электрический ток течет в направлении от более высокого электрического потенциала к более низкому, так и химическая реакция самопроизвольно протекает только в таком направлении, при котором величина G_1 в исходном состоянии системы больше, чем соответствующая величина G_2 в конечном состоянии, то есть $\Delta G < 0$.

Величину $G = H - TS$ называют **свободной энергией Гиббса** в честь физика Д. Гиббса, показавшего возможность нахождения критерия направленности самопроизвольных процессов в открытых системах.

Энергия Гиббса является таким же свойством вещества или системы в целом, как и энтальпия H, и энтропия S. Для химических реакций, протекающих при P = const и T = const, изменение энергии Гиббса ΔG не зависит от пути, по которому протекает процесс, а полностью определяется составом и

состоянием исходных веществ и продуктов реакции, т. е. энергия Гиббса является функцией состояния системы.

2.4. РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ

Для определения направления протекания реакции или для предсказания возможности ее протекания в стандартных условиях используют изменение стандартной энергии Гиббса ΔG^o. Численное значение величины ΔG^o реакции позволяет судить, будут ли в стандартных условиях исходные реагенты самопроизвольно реагировать с образованием продуктов (если $\Delta G^o < 0$) или нет (если $\Delta G^o > 0$).

Значения изменений стандартной энергии Гиббса реакций образования ($\Delta G^o_{обр.}$) определены для большого числа веществ и занесены в справочники. Причем точно так же, как и для стандартных теплот образования, изменения энергии Гиббса для реакций образования простых веществ в их стандартных состояниях полагают равными нулю. Этот выбор точки отсчета не влияет на величину разности энергий продуктов реакции и исходных веществ.

С помощью значений $\Delta G^o_{обр.}$ можно вычислять изменение стандартной энергии Гиббса для произвольного химического процесса. Так, если записать уравнение химической реакции в общем виде:

$$aA + bB + \ ... \ \rightarrow \ cC + dD + ...,$$

то изменение стандартной энергии Гиббса с учетом стехиометрических коэффициентов a, b, c, d будет определяться выражением:

$$\Delta G^o = [c\Delta G^o_{обр.}(C) + d\Delta G^o_{обр.}(D) + \ldots] - [a\Delta G^o_{обр.}(A) + b\Delta G^o_{обр.}(B) + \ldots].$$

В качестве примера, используя табличные данные, определим, может ли тонкодисперсный порошок сидерита в процессе длительного хранения на воздухе самопроизвольно переходить в магнетит:

$$3FeCO_3(к) + 0{,}5O_2(г) \rightarrow Fe_3O_4(к) + 3CO_2(г).$$

сидерит магнетит

Вещество	$FeCO_3$ (к)	O_2(г)	Fe_3O_4(к)	CO_2(г)
$\Delta G^o_{обр.}$, кДж/моль	-674,6	0,0	-1014,2	-394,4

Стандартное изменение энергии Гиббса для рассматриваемой реакции определяется выражением:

$$\Delta G^o = [\Delta G^o_{обр.}(Fe_3O_4) + 3\Delta G^o_{обр.}(CO_2)] - [3\Delta G^o_{обр.}(FeCO_3) + 0{,}5\Delta G^o_{обр.}(O_2)] =$$

$$= [-1014{,}2 + 3(-394{,}4)] - [3(-674{,}6) + 0{,}5(0{,}0)] = -173{,}6 \text{ кДж/моль}.$$

Поскольку расчетное значение ΔG^o реакции отрицательно, сидерит в стандартных условиях (Т = 298 К, Р = 1 атм.) может самопроизвольно реагировать с кислородом, образуя магнетит. Однако полученное заключение ничего не говорит о скорости протекания реакции.

Если сделать упрощение и допустить, что $\Delta H°$ и $\Delta S°$ реакции не зависят от температуры, можно определить изменение стандартной энергии Гиббса при различных температурах:

$$\Delta G^o_T = \Delta H°_T - T\Delta S°_T.$$

Например, вычислим изменение стандартной энергии Гиббса реакции термического разложения минерала смитсонита ($ZnCO_3$) при температурах

400 К и 600 К:

$$ZnCO_3(к) \rightarrow ZnO(к) + CO_2(г),$$

Вещество	$ZnCO_3$(к)	ZnO(к)	CO_2(г)
$\Delta H°$, кДж/моль	-810,7	-350,6	-393,5
S°, Дж/(моль·К)	92,4	43,6	213,7

$$\Delta G^o_T = [\Delta H°(ZnO) + \Delta H°(CO_2) - \Delta H°(ZnCO_3)] -$$
$$- T[S°(ZnO) + S^o(CO_2) - S°(ZnCO_3)].$$

$$\Delta G^o_T = (- 350,6 - 393,5 + 810,7) - T(43,6 + 213,7 - 92,4)10^{-3} = 66,6 - 0,165T.$$

$$\Delta G^o_{400} = 66,6 - 0,165 \cdot 400 = 0,6 \text{ кДж/моль.}$$

$$\Delta G^o_{600} = 66,6 - 0,165 \cdot 600 = - 32,4 \text{ кДж/моль.}$$

При 400 К значение ΔG^o положительно, разложение смитсонита на оксид металла и углекислый газ не происходит. При 600 К значение ΔG^o отрицательно, следовательно, рассматриваемая реакция будет протекать самопроизвольно.

2.5. ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЯ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Технология подземной газификации угля - перспективный способ разработки угольных месторождений. Данный способ применим для угольных пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания, и позволяет совместить добычу, обогащение и переработку угля.

Все технологические операции по газификации угольного пласта осуществляют с земной поверхности, без применения подземного труда работающих. Суть технологии подземной газификации угля заключается в бурении с поверхности земли скважин до угольного пласта с последующей сбойкой. Затем инициируют управляемый очаг горения угольного пласта и создают условия для превращения угля в горючий газ, который поступает по скважинам на земную поверхность (рис. 2.3).

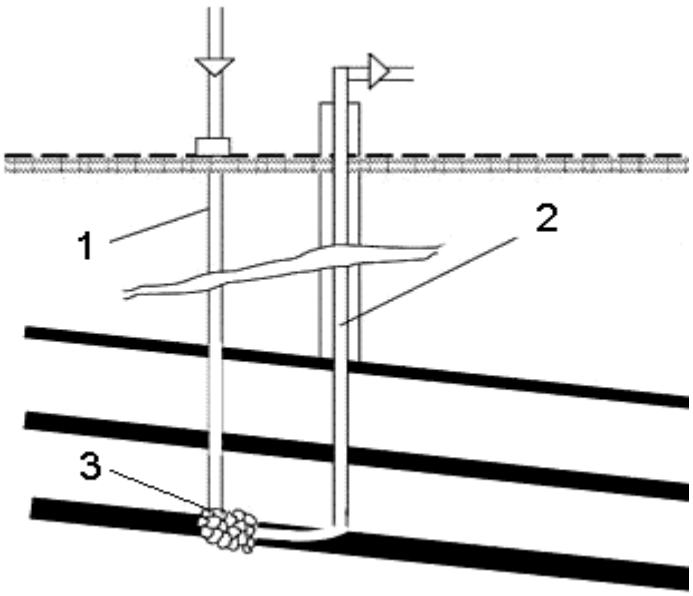


Рис. 2.3. Схема подземной газификации угля:
1 – скважина для воздушного или парокислородного дутья; 2- скважина для отвода продуктов газификации угля; 3 – очаг горения

Расчетный состав газа, производимого на предприятии подземной газификации угля, характеризуется следующими диапазонами изменения содержания отдельных компонентов газа:

а) при использовании воздушного дутья: CO_2 - 12,0-15,3 %; C_mH_n - 0,1-0,7 %; O_2 - 0,2 %; CO - 10,0-14,0 %; H_2 - 12,1-16,2 %; CH_4 - 2,0-4,0 %; N_2 - 55,0-60,0 %; H_2S - 0,01-0,06 %.

В случае применения для нагнетания в газифицируемый угольный пласт воздушного дутья получается низкокалорийный газ с теплотворной способ-

ностью порядка 4 МДж/м^3. Данный горючий газ пригоден для применения в газотурбинных установках, котельных и ТЭЦ;

б) при использовании парокислородного дутья: CO - 35,0 %; H_2 - 50,0 %; CH_4 - 7,5 %; C_mH_n - 1,2 %; O_2 - 0,3 %; N_2 - 5,0 %. В случае применения в технологии газификации угля парокислородного дутья получается среднекалорийный газ с теплотворной способностью 10-13 МДж/м^3.

Сегодня практически во всех крупных угледобывающих странах мира интерес к подземной газификации угля возрастает. Данная технология является весьма эффективной и ее реализация рассматривается как возможность получения недорогого газообразного топлива.

Для энергетики тех регионов, в которых имеются запасы каменного или бурого угля открываются новые возможности, связанные со строительством энергетических предприятий, работающих на собственном энергетическом сырье - газе подземной газификации угля.

2.6. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Сульфат железа (III) – химический растворитель сульфидных минералов – особенно активен в присутствии тионовых бактерий, ускоряющих и окисление, и растворение во много раз:

$$CuS_{(к)} + Fe_2(SO_4)_{3(р\text{-}р)} = CuSO_{4(р\text{-}р)} + 2FeSO_{4(р\text{-}р)} + S_{(к)}.$$

Тионовые бактерии не только непосредственно окисляют и растворяют сульфиды, но и окисляют продукт их разложения Fe^{2+}, регенерируя сульфат железа (III), продолжающий окисление и растворение:

$$2FeSO_{4(р\text{-}р)} + 0{,}5O_{2(г)} + H_2SO_{4(р\text{-}р)} = Fe_2(SO_4)_{3(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)}.$$

Вычислите тепловой эффект суммарной реакции процесса окисления ковеллина (CuS) в кислой среде, используя стандартные энтальпии образования веществ.

Соединение	$H_2O_{(ж)}$	$CuSO_{4(р\text{-}р)}$	$CuS_{(к)}$	$H_2SO_{4(р\text{-}р)}$
ΔH^0_{298}, кДж/моль	-285,8	-843,9	-53,1	-841,2

2. Для размораживания мерзлых грунтов, для вторичного дробления руды возможно применение термита – смеси алюминиевого порошка и оксида металла, способную к экзотермической реакции:

$$2Al_{(к)} + Me_2O_{3(к)} = 2Me_{(к)} + Al_2O_{3(к)}.$$

Какой оксид Cr_2O_3 или Fe_2O_3 является наиболее теплопроизводительным в смеси с алюминиевым порошком?

Соединение	Cr_2O_3	Fe_2O_3	$Al_2O_{3(к)}$
ΔH^0_{298}, кДж/моль	-1140	-822	-1676

3. В качестве компонента горючей смеси топлив можно использовать метан и этан. Определить, какой из двух этих газов в расчете на 1 г наиболее эффективен, если использовать кислород, запасенный вместе с топливом:

$$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}.$$

$$C_2H_{6(г)} + 3{,}5O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(г)}.$$

Соединение	$CH_{4(г)}$	$C_2H_{6(г)}$	$CO_{2(г)}$	$H_2O_{(г)}$
ΔH^0_{298}, кДж/моль	-74,9	-88,6	-393,5	-241,8

4. Покажите расчетом, может ли в стандартных условиях протекать процесс серпентинизации форстерита:

$$2Mg_2SiO_{4(к)} + 3H_2O_{(ж)} = Mg_3(Si_2O_5)(OH)_{4(к)} + Mg(OH)_{2(к)}.$$

форстерит серпентин брусит

Соединение	$Mg_2SiO_{4(к)}$	$H_2O_{(ж)}$	$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_{4(к)}$	$Mg(OH)_{2(к)}$
ΔG^0_{298}, кДж/моль	-63,2	-237,2	-171,4	-735,7

5. Охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидроксида цинка, вычислив изменение энергии Гиббса для реакций:

$$Zn(OH)_{2(к)} + 2H^+_{(р\text{-}р)} = Zn^{2+}_{(р\text{-}р)} + 2H_2O_{(ж)}.$$

$$Zn(OH)_{2(к)} + 2OH^-_{(р\text{-}р)} = [Zn(OH)_4]^{2-}_{(р\text{-}р)}.$$

Соединение	$Zn(OH)_{2(к)}$	$Zn^{2+}_{(р\text{-}р)}$	$OH^-_{(р\text{-}р)}$	$H_2O_{(ж)}$	$[Zn(OH)_4]^{2-}_{(р\text{-}р)}$
ΔG^0_{298}, кДж/моль	-556,0	-147,3	-157,4	-237,2	-905,4

6. Атмосферный озоновый слой на высоте 20 - 30 км играет большую роль в обеспечении условий жизни на земле. Озон задерживает вредное для жизни ультрафиолетовое излучение солнца. С другой стороны, он поглощает инфракрасное излучение земли, препятствуя ее охлаждению. Предполагают, что выделяющийся с выхлопными газами автотранспорта оксид азота реагирует с озоном:

$$NO_{(г)} + O_{3(г)} = NO_{2(г)} + O_{2(г)},$$

$$2NO_{2(г)} + O_{3(г)} = N_2O_{5(г)} + O_{2(г)}.$$

Установите, разрушают ли оксиды азота озоновый слой в стандартных условиях.

Соединение	$NO_{(г)}$	$O_{3(г)}$	$NO_{2(г)}$	$N_2O_{5(г)}$
ΔG^0_{298}, кДж/моль	86,6	162,7	51,5	114,2

Может ли в стандартных условиях образовываться озон из O_2?

Глава 3

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Химия как наука связана с превращениями веществ, происходящими в результате различных химических реакций. Анализ стандартного изменения энергии Гиббса для той или иной предполагаемой реакции позволяет теоретически оценить возможность ее протекания. Однако кроме оценки принципиальной возможности протекания процесса важно знать, насколько быстро могут протекать реакции, а также понимать, какими факторами определяется их скорость. Так, для завершения реакций, происходящих при взрыве тротила или метана достаточно ничтожных долей секунды, многие же геохимические процессы, например, формирование или выветривание горных пород, реализуются за миллионы лет. Раздел химии, посвященный скорости химических реакций, называется химической кинетикой.

3.1. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Скорость какого - либо процесса, как правило, определяют по тем изменениям, которые происходят в ходе процесса за фиксированный промежуток времени. Так, скорость движения материальной точки характеризуют изменением ее координат (перемещением) за определенный промежуток времени, например, в таких единицах, как метры в секунду (м/с).

В ходе химической реакции меняется количество каждого из реагентов: исходные вещества расходуются, а продукты – накапливаются. Следовательно, протекание реакции сопровождается изменением концентраций как исходных веществ, так и продуктов взаимодействия. Поэтому скорость реакции может быть рассчитана через изменение концентрации какого – либо исходного вещества или продукта за определенное время в таких единицах, как моль/(л·с).

В качестве примера рассмотрим реакцию, происходящую при смешивании раствора щелочи NaOH с кислотой HCl. В результате данной реакции

образуются соль NaCl и вода:

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O.$$

Допустим, что начальная концентрация раствора NaOH составляет 0,1 моль/л и мы имеем возможность измерять концентрацию щелочи в различные моменты времени после смешивания с кислотой. По этим данным среднюю скорость реакции $\overline{V}$ определяют как изменение концентрации $\Delta C(NaOH)$ за соответствующий промежуток времени Δt:

$$\overline{V} = - \Delta C(NaOH)/\Delta t.$$

Отрицательный знак в правой части уравнения для средней скорости реакции указывает, что концентрация NaOH уменьшается со временем. По мере протекания реакции реагенты расходуются, средняя скорость снижается; в некоторый момент времени реакция прекращается.

Изменение концентрации реагента, например, HCl в ходе реакции можно представить в графическом виде C(HCl) = f(t) (рис. 3.1). Подобная графическая зависимость позволяет определить мгновенную скорость реакции, т. е. скорость в конкретный момент времени:

$$V = \lim \left[\frac{\Delta C}{\Delta t} \right]_{\Delta t \to 0} = \frac{dC}{dt}.$$

Исходя из графического смысла производной ($dC/dt = tg\alpha$), получается, что мгновенная скорость определяется угловым коэффициентом ($tg\alpha$) касательной к кривой C = f(t) в точке, отвечающей интересующему моменту времени t′ (см. рис. 3.1).

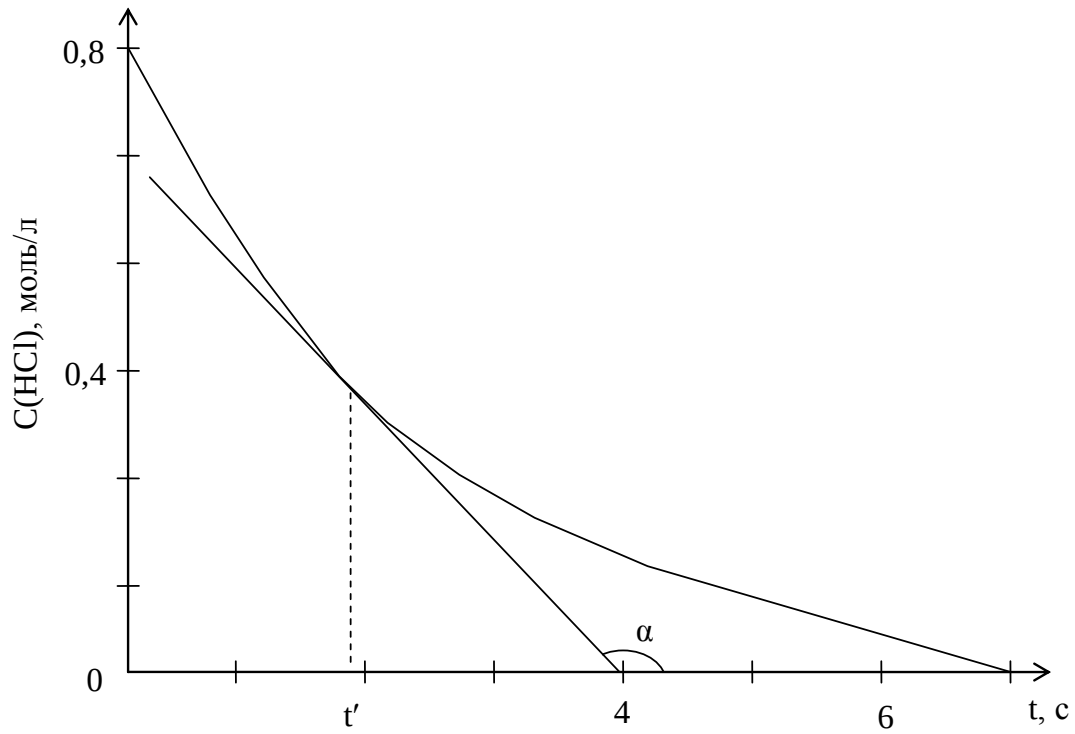


Рис. 3.1. Изменение концентрации раствора соляной кислоты в ходе реакции нейтрализации:
α – угол наклона касательной к кривой в момент времени t′

3.2. ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГЕНТОВ

Молекулы различных веществ взаимодействуют друг с другом при столкновениях. Чем чаще столкновения будут происходить, тем быстрее пойдет реакция. Для реакций типично уменьшение их скорости с течением времени, что объясняется уменьшением концентраций реагентов, и, соответственно, снижением частоты столкновений. Наглядным примером, поясняющим влияние концентрации реагента, может служить резко различная скорость горения веществ в чистом кислороде и в воздухе. Содержание кислорода в воздухе – около 20 %, что и определяет меньшую скорость процесса горения.

Общую формулировку влияния концентрации на скорость химических

реакций выражает основной закон химической кинетики – закон действия масс: **при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ. Причем концентрация каждого реагента берется в степени равной соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении реакции.**

В общем случае для скорости реакции, протекающей по уравнению

$$aA + bB = cC + dD,$$

можно написать следующее выражение:

$$V = k \cdot C^a(A) \cdot C^b(B).$$

В этом выражении коэффициент пропорциональности k называют **константой скорости химической реакции.** Его значение не меняется при изменениях концентрации, но зависит от температуры.

Определим физический смысл константы k. Для этого рассмотрим случай, когда концентрации реагирующих веществ составляют 1 моль/л, т.е. C(A) = C(B) = 1 моль/л. Тогда $V = k \cdot 1 \cdot 1 = k$. Таким образом, численное значение константы соответствует скорости реакции при условии равенства концентрации каждого реагирующего вещества 1 моль/л. Поэтому константу k еще называют **удельной скоростью химической реакции.**

Скорость химической реакции во многом зависит от того, находятся ли реагирующие вещества в одной или разных фазах, т. е. осуществляются гомогенные или гетерогенные реакции.

Если реакционная система однородна и не заключает в себе поверхностей раздела между частями системы, отличающимися по физико-химическим свойствам, то ее называют гомогенной. Систему, состоящую из отдельных частей (фаз), отличающихся по свойствам и имеющих поверхности раздела, называют гетерогенной.

Например, горение этана соответствует протеканию реакции в гомогенной системе:

$$C_2H_6(г) + 3{,}5O_2(г) = 2CO_2(г) + 3H_2O(г).$$

Скорость этого процесса по закону действия масс определяется выражением:

$$V = k \cdot C(C_2H_6) \cdot C^{3,5}(O_2).$$

Гомогенной реакцией также является взаимодействие оксида углерода (II) с водяным паром при подземной газификации угля:

$$CO(г) + H_2O(г) = CO_2(г) + H_2(г).$$

Скорость данной реакции зависит от концентрации оксида углерода (II) и паров воды:

$$V = k \cdot C(CO) \cdot C(H_2O).$$

В отличие от рассмотренных примеров гомогенных процессов, в случае гетерогенных реакций в уравнение закона действия масс входят концентрации только тех веществ, которые находятся в газовой фазе или в растворе. Концентрация твердого вещества (не растворенного в воде) представляет собой постоянную величину и поэтому входит в константу скорости. Например, при подземной обработке (газификации) угля в зоне окисления канала газификации происходит гетерогенная реакция:

$$C(уголь) + O_2(г) = CO_2(г).$$

Закон действующих масс для этой реакции запишется так:

$$V = k' \cdot const \cdot C(O_2) = k \cdot C(O_2).$$

Рассмотрим решение типовой задачи.

Определить изменение скорости реакции после упаривания растворов исходных реагентов в три раза:

$$CaCl_2 + Na_2SO_4 = CaSO_4 + 2NaCl.$$

Решение.

При решении задач, связанных с изменением скорости реакции при варьировании концентрации реагентов, необходимо исходить из основного закона химической кинетики – закона действующих масс. Для реакции, рассматриваемой в данной задаче, в общем виде этот закон выражается следующим образом:

$$V = k \cdot C(CaCl_2) \cdot C(Na_2SO_4).$$

Исходя из закона действующих масс, запишем отношение скорости реакции до упаривания к скорости реакции после упаривания растворов реагентов:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{k \cdot C_1(CaCl_2) \cdot C_1(Na_2SO_4)}{k \cdot C_2(CaCl_2) \cdot C_2(Na_2SO_4)}.$$

Примем во внимание, что после упаривания растворов исходных реагентов в три раза, их концентрация увеличивается также в три раза ($C_2 = 3C_1$):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_1(CaCl_2) \cdot C_1(Na_2SO_4)}{3C_1(CaCl_2) \cdot 3C_1(Na_2SO_4)} = \frac{1}{9}.$$

Получаем: $V_2 = 9V_1$.

Ответ: после упаривания растворов исходных реагентов в три раза скорость рассматриваемой реакции увеличится в 9 раз.

3.3. МОЛЕКУЛЯРНОСТЬ И ПОРЯДОК РЕАКЦИИ

На практике закон действующих масс выполняется только для одностадийных реакций, т. е. для реакций, в которых исходные вещества без каких - либо промежуточных превращений образуют продукты. При этом **молекулярностью реакции** называют число молекул, взаимодействие которых ведет к одностадийному образованию продуктов химической реакции. Молекулярность реакции может характеризоваться только целыми числам.

Если в элементарном акте реакции принимает участие одна молекула, превращающаяся в одну или несколько молекул других веществ, то такая реакция называется мономолекулярной. Примерами таких реакций могут служить термический распад карбоната кальция или хлорида аммония:

$$CaCO_3(к) = CaO(к) + CO_2(г),$$
$$NH_4Cl(к) = NH_3(г) + HCl(г).$$

Одновременное участие в элементарном акте химической реакции двух молекул характерно для бимолекулярных реакций, примером которых может быть взаимодействие иода и водорода с образованием иодида водорода:

$$I_2(г) + H_2(г) = 2HI(г).$$

Реакции, элементарный акт которых сводится к столкновению трех молекул, называют тримолекулярными. Статистически подобное столкновение молекул мало вероятно. Тримолекулярные реакции крайне редки. Реакции же с молекулярностью выше трех в химической практике неизвестны.

Поэтому представленные ниже химические реакции

$$4HC1 + O_2 = 2Cl_2 + 2H_2O,$$

$$6FeC1_2 + KClO_3 + 6HC1 = 6FeCl_3 + KCl + 3H_2O$$

нельзя назвать пяти- или тринадцатимолекулярными реакциями. Эти уравнения следует рассматривать лишь как записи суммарных процессов, каждый из которых в действительности может включать довольно длинную цепочку последовательно протекающих моно-, би- или тримолекулярных реакций. В этой цепочке взаимосвязанных превращений одни промежуточные реакции могут протекать быстро и не задерживать ход всего процесса, другие настолько медленны, что именно они будут ограничивать скорость протекания суммарного процесса.

В химической кинетике также пользуются понятием **«порядок реакции»** - это число, равное сумме показателей степеней при концентрациях реагирующих веществ в уравнении для скорости реакции. Если уравнение

$$aA + bB + cC = dD + eE + fF$$

выражает действительный механизм реакции, а зависимость

$$V = k \cdot C^a(A) \cdot C^b(B) \cdot C^c(C)$$

достаточно точно характеризует скорость этой реакции, то порядок реакции n можно представить как n = a + b + c. В этом случае значения величин, определяющих порядок и молекулярность реакции, численно совпадают. Для многостадийного взаимодействия уравнение химической реакции символизирует суммарный итог всех превращений и порядок реакции всегда ниже, чем кажущаяся молекулярность реакции.

Так, применим закон действия масс к реакции окисления азота до оксида азота (II):

$$N_2(г) + O_2(г) = 2NO(г).$$

Считая, что данное уравнение выражает действительный механизм процесса,

напишем выражение для скорости реакции:

$$V = k \cdot C(N_2) \cdot C(O_2).$$

Однако эксперимент показывает, что данная реакция не является реакцией второго порядка, т. к. ее скорость на самом деле пропорциональна концентрации кислорода в степени ½:

$$V = k \cdot C(N_2) \cdot C^{1/2}(O_2).$$

Таким образом, порядок обсуждаемой реакции соответствует не 2, а только 1,5, т. е. в отличие от молекулярности порядок реакции не всегда бывает целочисленным.

Приведем примеры реакций различного порядка:

а) реакция первого порядка: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$,

б) реакция второго порядка: $CO + C1_2 = COC1_2$,

г) реакция третьего порядка: $3HCNO = (HCNO)_3$.

Известны реакции дробного и нулевого порядка. Нулевой порядок означает, что скорость реакции при T = const постоянна и не зависит от концентрации реагента. Например, реакция разложения аммиака NH_3 на водород H_2 и азот N_2, протекающая на поверхности вольфрама, является реакцией нулевого порядка, т. е. скорость ее не зависит от концентрации аммиака:

$$2NH_3(г) = N_2(г) + 3H_2(г),$$

$$V = k \cdot C^0(NH_3) = k \cdot 1 = \text{const}.$$

3.4. ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ

РЕАКЦИИ

Из уравнения Менделеева - Клапейрона $p = CRT$ следует, что изменение давления каждого из компонентов газовой смеси должно оказывать на скорость реакции то же влияние, что и пропорциональное ему изменение концентрации этого компонента. Например, для реакции с участием газов

$$2CO(г) + O_2(г) = 2CO_2(г)$$

можно написать:

$$V = k \cdot p^2(CO) \cdot p(O_2),$$

где $p(CO)$, $p(O_2)$ - парциальные давления CO и O_2 соответственно.

Скорость большинства химических реакций повышается с ростом температуры. Более того, возрастание скорости происходит нелинейно. Голландский ученый Вант - Гофф в 1884 г. на основании многочисленных наблюдений и экспериментов установил, что **при повышении температуры на каждые десять градусов скорость гомогенной химической реакции увеличивается в 2 – 4 раза.**

Это приближенное обобщение известно под названием правила Вант - Гоффа. Математически оно может быть выражено с помощью уравнения:

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\Delta t/10},$$

где V_{t_2}, V_{t_1} - скорость реакции при температуре t_2 и t_1 соответственно; γ - температурный коэффициент ($\gamma = 2 \div 4$).

Правило Вант - Гоффа носит приближенный характер и служит лишь для ориентировочной оценки влияния температуры на скорость реакции.

Значение коэффициента γ часто выходит за указанные Вант - Гоффом пределы, а для конкретной реакции оно не остается неизменным в различных интервалах температуры.

3.5. ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ

Не всякое столкновение молекул реагирующих веществ приводит к химической реакции, т. е. к образованию продуктов реакции. Во взаимодействие вступает только небольшая часть всех молекул, обладающая некоторым повышенным запасом кинетической энергии. Эти молекулы, обладающие достаточно высокой кинетической энергией для того, чтобы их столкновение с другими молекулами привело к элементарному акту реакции, называют активными (реакционноспособными).

Разность между кинетической энергией, которой должны обладать молекулы, чтобы стать реакционноспособными, и средней кинетической энергией молекул определяет значение энергии активации E_a.

Энергию активации можно определить как ту минимальную дополнительную энергию, которую необходимо сообщить молекуле (двум или трем молекулам для реакций второго или третьего порядка) сверх среднего ее значения для того, чтобы стало возможным химическое взаимодействие. На пути к осуществлению любой химической реакции стоит энергетический барьер, для преодоления которого молекулы реагентов должны приобрести некоторое значение энергии, превосходящее среднюю энергию. Вот этот избыток энергии над ее средним значением, характерным для молекул реагентов в их данном состоянии теплового движения, и представляет собой энергию активации. Чаще всего в обычных условиях лишь небольшая доля от общего числа молекул реагирующих веществ имеет достаточную энергию для преодоления энергетического барьера, отделяющего исходные реагенты от продуктов взаимодействия.

Высокое значение энергии активации реакции означает, что на пути к ее осуществлению стоит высокий энергетический барьер. Преодолеть этот барьер может только небольшая доля от общего числа молекул, и если с помощью соответствующих мер не повысить эту долю, скорость реакции будет небольшой.

Аррениус предложил уравнение, связывающее константу скорости химической реакции с температурой:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}},$$

где k - константа скорости химической реакции, моль/(л·сек); A - предэкспоненциальный множитель, численно равный тому предельно большому значению константы k, которое она имела бы, если бы все без исключения молекулы были активными; e - основание натурального логарифма; E_a - энергия активации, Дж/моль; R - универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К); T - абсолютная температура, К.

Логарифмируя уравнение Аррениуса и деля обе его части на коэффициент перехода от натуральных логарифмов к десятичным (2,303), получим:

$$\lg k = \lg A - \frac{E_a}{2{,}303RT}.$$

Обозначив $-\frac{E_a}{2{,}303R} = a$, $\lg A = b$, запишем видоизмененное уравнение Аррениуса, устанавливающее для каждой конкретной реакции линейную связь между логарифмом константы скорости реакции и обратной величиной абсолютной температуры:

$$\lg k = \frac{a}{T} + b.$$

Казалось бы, что высота энергетического активационного барьера E_a определяется энергией, затрачиваемой на разрыв химических связей в моле-

кулах исходных веществ, после чего становится возможным формирование новых химических связей и образование молекул продуктов реакции. Причем энергия, выделяющаяся в ходе создания новых химических связей, частично или полностью компенсирует энергию, затраченную на инициирование реакции. Однако при достоверности данного подхода энергии активации для подавляющего большинства реакций должны были бы быть значительно выше, чем это наблюдается на практике.

Так, представляется, что для начала реакции

$$2N_2(г) + O_2(г) = 2N_2O(г) \quad \Delta H = 166{,}6 \text{ кДж}$$

необходимо затратить энергию не менее 1194,6 кДж, поскольку на разрыв связей в молекулах N_2 и O_2 должно быть затрачено соответственно $472{,}7 \cdot 2 =$ = 945,4 и 249,2 кДж. Экспериментально найденное значение энергии активации для этой реакции равно 411,4 кДж, т. е. почти в три раза меньше.

Очевидно, разрыв химических связей в молекулах исходных веществ и образование новых химических связей необходимо рассматривать не обособленно, а в их взаимном влиянии. Первой стадией практически любого химического процесса является образование промежуточного соединения - активированного (активного) комплекса.

Активированный комплекс представляет собой образование, в котором еще не исчезли первоначально существовавшие связи между атомами и еще не полностью сформировались новые химические связи. Однако электронные оболочки атомов во взаимодействующих молекулах уже деформированы в направлении образования новых химических связей, и исходные химические связи ослаблены. Образование такого промежуточного соединения требует меньших затрат энергии, чем разрыв связей в молекулах исходных веществ, ибо теперь этому разрыву содействует наметившееся наведение новых связей. При этом и энергетический эффект образования молекул ко-

нечного продукта путем распада активированного комплекса будет тоже меньше. Таким образом, образование активированного комплекса приводит к уменьшению высоты энергетического активационного барьера E_a.

Добавим, для того чтобы началась перестройка связей, сталкивающиеся молекулы должны иметь не только достаточную энергию, но и определенную взаимную ориентацию. От взаимной ориентации молекул в момент столкновения зависит, возможно или нет образование между атомами новых связей. Поэтому в действительности лишь некоторая часть столкновений, обладающих энергией, достаточной для протекания реакции, приводит к образованию продуктов.

3.6. ЯВЛЕНИЕ КАТАЛИЗА. ГОМОГЕННЫЙ И ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ

Катализатор представляет собой вещество, которое изменяет скорость химической реакции, но само не расходуется в ходе этой реакции. Реакции с участием таких веществ называют каталитическими.

Известны катализаторы, как ускоряющие протекание реакции, так и замедляющие ее. Соответственно в первом случае катализатор является положительным, а во втором – отрицательным.

Так, при умеренном нагревании разложение хлората калия происходит спокойно. Это позволяет использовать соль $KClO_3$ в качестве аварийного источника кислорода для дыхания:

$$2KClO_3(к) = 2KCl(к) + 3O_2(г).$$

Добавка к хлорату калия диоксида марганца MnO_2 резко меняет скорость процесса, придавая ему взрывной характер.

Катализатором, замедляющим скорость реакции, например, взаимо-

действия металлического железа с раствором соляной кислоты

$$Fe(к) + 2HCl(р\text{-}р) = FeCl_2(р\text{-}р) + H_2(г)$$

может служить органическое вещество анилин. Катализаторы, позволяющие уменьшить скорость коррозионного разрушения металлов в агрессивных средах, обычно называют ингибиторами коррозии.

Важно, что **действие катализаторов отличается селективностью**, т.е. катализатор, изменяющий скорость какой - либо определенной реакции, обычно не влияет на скорость другой.

Катализатор, находящийся в реакционной системе в том же фазовом состоянии, что и основные участники химической реакции, называется **гомогенным катализатором.** Например, гомогенный катализатор реакции взаимодействия газообразных веществ должен сам находиться в газообразном состоянии.

Рассмотрим случай гомогенного катализа на примере разложения озона O_3 верхних слоев атмосферы под действием оксида азота NO. В этой реакции оксид азота (II) играет роль катализатора. Первоначально NO реагирует с O_3, в результате чего образуются NO_2 и O_2. Затем образующийся NO_2 реагирует с атомарным кислородом, присутствующим в стратосфере, и в результате снова получается NO и в качестве второго продукта – O_2. Последовательность этих реакций и их окончательный результат описываются уравнениями:

$$NO + O_3 = NO_2 + O_2, \quad NO_2 + O = NO + O_2, \quad O_3 + O = 2O_2.$$

В рассматриваемом примере NO играет роль катализатора реакции разложения O_3, потому что он повышает скорость полной реакции, но сам в результате не подвергается окончательному химическому превращению, а лишь расходуется в одной стадии реакции и вновь образуется на следующей стадии.

Если исходить из уравнения Аррениуса для скорости химической реакции, константа скорости k определяется энергией активации E_a и параметром *A*. Влияние катализатора на скорость реакции может заключаться в том, что он изменяет или E_a, или *A*. Катализатор оказывает наиболее существенное влияние на энергию активации E_a. Как правило, положительный катализатор понижает энергию активации химической реакции (рис. 3.2).

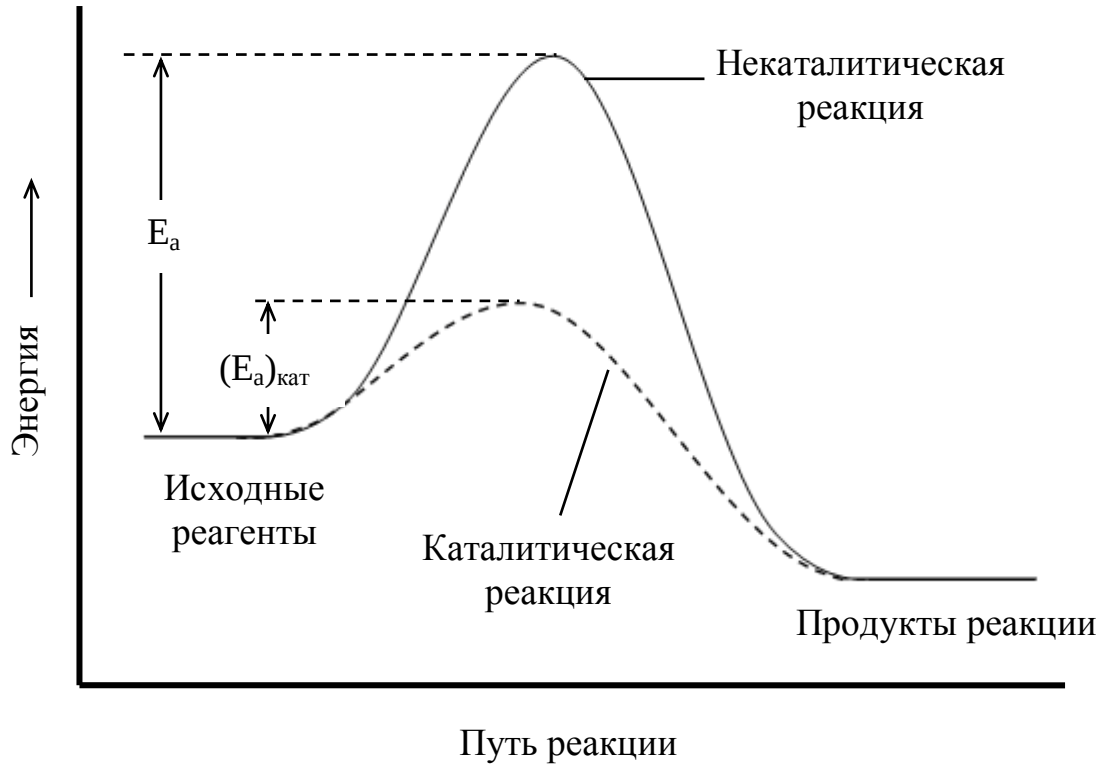


Рис. 3.2. Энергетическая диаграмма химической реакции с использованием катализатора. Действие катализатора заключается в снижении энергии активации реакции E_a

Гетерогенный катализатор находится в реакционной системе в ином по сравнению с реагирующими веществами фазовом состоянии. Например, реакция между молекулами в газовой фазе может катализироваться тонко измельченным оксидом какого - либо металла. В отсутствие катализатора реакция в газовой фазе протекает медленно. Однако при внесении катализа-

тора реакция на поверхности твердого вещества значительно ускоряется.

Многие промышленно важные реакции, протекающие в газовой фазе, катализируются поверхностью твердых веществ, например, реакция окисления SO_2 в SO_3 при производстве серной кислоты:

$$2SO_2(г) + O_2(г) = 2SO_3(г).$$

Реакции в растворах также могут катализироваться твердыми веществами. Гетерогенные катализаторы часто изготовляют из тонко измельченных металлов или оксидов металлов. Поскольку каталитические реакции протекают на поверхности, часто прибегают к специальным методам получения катализаторов с очень большой площадью поверхности.

Исходной стадией гетерогенного катализа обычно является адсорбция реагентов. Адсорбция – это связывание молекул с поверхностью вещества. Не все атомы или ионы поверхности обладают реакционной способностью, так как на поверхности могут быть адсорбированы различные примеси (загрязнения), которые занимают многие потенциально реакционноспособные центры и блокируют дальнейшую реакцию. Места поверхности, на которых могут адсорбироваться реагирующие молекулы, называются **активными центрами.** Число активных центров, приходящееся на единицу массы катализатора, зависит от природы катализатора, от способа его приготовления и обработки непосредственно перед использованием.

В качестве примера гетерогенного катализа рассмотрим реакцию гидрирования этилена с образованием этана:

$$C_2H_2(г) + 2H_2(г) = C_2H_6(г).$$

В отсутствие катализатора эта реакция практически не протекает. Однако в присутствии тонко измельченного металла, например, никеля, палладия или платины, реакция идет легко уже при комнатной температуре при

давлении водорода в несколько сотен атмосфер. Механизм этой реакции заключается в следующем. Сначала молекулы этилена и водорода адсорбируются на поверхности металла. Адсорбция водорода приводит к разрыву связи H-H и образованию двух связей M-H, где M - активный центр на поверхности металла. Атомы водорода могут относительно свободно мигрировать по поверхности металла. При столкновении с адсорбированной молекулой этилена атомы водорода связываются с атомами углерода. Последние образуют по четыре химических связи, что уменьшает энергию взаимодействия с поверхностью металла. В результате образовавшаяся молекула этана отделяется от поверхности. Освободившийся активный центр снова адсорбирует следующую молекулу этилена, и весь цикл повторяется сначала.

3.7. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Как изменится скорость реакции при охлаждении с 70 °С до 20 °С, если температурный коэффициент γ равен 3?

2. Как изменится скорость реакции после упаривания в 2 раза исходных растворов хлорида кальция и фосфата натрия:

$$3CaCl_2 + 2Na_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + 6NaCl.$$

3. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при уменьшении температуры на 30 °С скорость реакции падает в 64 раза?

4. Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,5. Во сколько раз увеличится скорость, если температуру повысить на 40 °С?

5. Как изменится скорость реакции после повышения общего давления в системе в 2 раза:

$$2NO_2 + O_2 = 2NO_2.$$

6. Как изменится скорость химической реакции при понижении температуры со 170 °С до 120 °С при температурном коэффициенте скорости реакции равном 2?

7. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при понижении температуры на 40 °С скорость реакции падает в 16 раз?

8. Как изменится скорость реакции после разбавления растворов исходных реагентов в 4 раза:

$$Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O.$$

9. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры на 40 °С скорость возрастает в 16 раз?

10. Температурный коэффициент скорости реакции 2,5. Во сколько раз изменится скорость при охлаждении от 45 до 15 °С?

Глава 4

ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Часто в ходе химических реакций исходные реагенты не полностью превращаются в продукты, несмотря на высокую скорость взаимодействия. Это обусловлено тем, что многие реакции в определенных условиях являются обратимыми. Для таких реакций наряду с химическим взаимодействием исходных веществ (прямая реакция) характерно протекание взаимодействия между продуктами (обратная реакция).

С началом реакции концентрации исходных веществ начинают уменьшаться, а концентрации продуктов - расти. Поэтому первоначально скорость прямой реакции также уменьшается, а скорость обратной реакции - растет. Затем, когда обе скорости сравняются, наступает состояние химического равновесия. В этом состоянии система представляет собой смесь как исходных реагентов, так и продуктов реакции, причем концентрации всех компонентов перестают изменяться при сохранении неизменными внешних условий.

Аналогичное состояние достигается, например, в закрытом сосуде с жидкостью, когда в процессе испарения устанавливается равновесие между парами жидкости и самой жидкостью. В состоянии равновесия скорость перехода молекул жидкости в газовую фазу (испарение) становится равной скорости обратного перехода молекул из пара в жидкую фазу (конденсация).

Химическое равновесие является подвижным, так как при изменении внешних условий равновесие сдвигается в сторону протекания прямой или обратной реакции. Важно, что в состояние равновесия система может придти как со стороны исходных веществ, так и со стороны продуктов.

4.1. ГОМОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Рассмотрим реакцию взаимодействия водорода с кислородом. Если смешать газообразные исходные реагенты, то заметные количества паров воды начинают очень медленно образовываться лишь примерно с 400 °С. Дальнейшее нагревание гомогенной смеси ускоряет процесс и выше 600 °С реакция протекает со взрывом.

При температурах выше 600 °С водород и кислород соединяются со взрывом, но при температурах около 5000 °С уже сама вода полностью распадается на водород и кислород:

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{800^0\,C} 2H_2O,$$

$$2H_2O \xrightarrow{5000^0\,C} 2H_2 + O_2.$$

При промежуточных температурах возможны обе реакции. Данная ситуация имеет место в температурном интервале от 2000 до 4000 °С, когда одновременно происходит образование молекул воды из водорода и кислорода и обратный распад молекул H_2O на водород и кислород. При этих условиях реакция взаимодействия водорода с кислородом становится обратимой, т. е. протекающей в противоположных направлениях:

$$2H_2(г) + O_2(г) \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{\rightleftarrows}} 2H_2O(г).$$

Для скоростей этих взаимно противоположных реакций можно составить следующие выражения:

$$\vec{V} = \vec{k} \cdot C^2(H_2) \cdot C(O_2),\ \overleftarrow{V} = \overleftarrow{k} \cdot C^2(H_2O).$$

Если $\vec{V} > \overleftarrow{V}$, то за единицу времени молекул воды будет образовываться

больше, чем распадаться; если $\vec{V} < \overleftarrow{V}$, то распадаться будет больше, чем образовываться. Наконец, если $\vec{V} = \overleftarrow{V}$, число распадающихся и образующихся за единицу времени молекул воды будет одинаково; система достигнет состояния равновесия.

Нагреем водяной пар до 2000 °С. В первый момент времени в соответствующей системе молекулы водорода и кислорода отсутствуют и $\vec{V} = 0$. Скорость же реакции разложения молекул воды $\overleftarrow{V}$ при достигнутой температуре является отличной от нуля. По мере разложения молекул воды скорость $\vec{V}$ станет нарастать, а скорость $\overleftarrow{V}$ - уменьшаться. В результате протекания двух противоположных по направлению реакций наступит такой момент, когда обе скорости станут равными по величине.

Если первоначально исходить не из водяного пара, а из водорода и кислорода, то результат будет тем же. И в первом и во втором случае при равенстве скоростей обеих реакций устанавливается **химическое равновесие.** Равновесие **характеризуется тем, что концентрации всех компонентов достигают постоянных значений и в реакционной системе в неизменном количестве присутствуют как исходные реагенты, так и продукты их взаимодействия.**

В состоянии равновесия видимых изменений в системе не происходит. Это обусловлено тем, что взаимно противоположные реакции протекают с одинаковыми скоростями. Причем к одним и тем же равновесным условиям можно подойти с двух различных направлений – либо со стороны исходных веществ, либо со стороны продуктов. Подобное химическое равновесие является **равновесием динамическим**: постоянно идет и образование молекул и их распад, но число образующихся за единицу времени молекул равно числу распадающихся.

Динамическое равновесие очень важно отличать от другого состояния, которое называют **метастабильным равновесием**. Например, можно поме-

стить в реакционный сосуд смесь O_2, H_2 и H_2O, но не повышать температуру. Из-за низкой температуры химическая реакция развиваться не будет. Соответственно концентрации компонентов смеси не будут меняться со временем, что формально соответствует установлению равновесия, т. е. достижению равенства скоростей прямой и обратной реакций. Однако скорости реакций одинаковы, потому что равны нулю. Истинное (динамическое) состояние равновесия установится в системе лишь при повышении температуры, стимулирующей протекание как прямой, так и обратной реакции.

4.2. КОНСТАНТА ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Пользуясь выражениями для скорости прямой и обратной реакции, можно получить количественную характеристику равновесного состояния системы. При равновесии $\vec{V} = \overleftarrow{V}$, следовательно:

$$\vec{k} \cdot C^2(H_2) \cdot C(O_2) = \overleftarrow{k} \cdot C^2(H_2O_{пар}).$$

Перенесем константы скоростей в одну сторону уравнения, а концентрации реагентов – в другую:

$$\frac{\vec{k}}{\overleftarrow{k}} = \frac{C^2(H_2O_{пар})}{C^2(H_2) \cdot C(O_2)}.$$

Частное от деления двух постоянных величин $\vec{k}$ и $\overleftarrow{k}$ есть также величина постоянная. Она называется константой равновесия и обозначается K_c. Таким образом:

$$K_c = \frac{C^2(H_2O_{пар})}{C^2(H_2) \cdot C(O_2)}.$$

Константа равновесия K_c представляет собой отношение произведения концентраций продуктов взаимодействия к произведению концентраций исходных веществ. При этом концентрация каждого вещества берется в степени, равной соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении реакции. Численное значение константы равновесия зависит от температуры, но не зависит от концентрации реагентов. Если происходит изменение концентрации одного из веществ, участвующих в реакции, это вызывает изменение концентраций всех остальных компонентов, причем таким образом, что K_c сохраняет свое значение.

Для реакций с участием газообразных веществ константа равновесия также может быть выражена через парциальные давления реагентов. В этом случае константу обозначают K_p. Например, для равновесной системы, содержащей пары воды можно записать:

$$K_p = \frac{p^2(H_2O_{пар})}{p^2(H_2) \cdot p(O_2)}.$$

Воспользовавшись уравнением состояния идеального газа $p_i = n_iRT/V = C_iRT$, можно установить связь значений K_p и K_c:

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}. \qquad (4.1)$$

Параметр Δn в уравнении (4.1) соответствует изменению числа молей газообразных веществ при переходе от исходных реагентов к продуктам взаимодействия.

K_p и K_c имеют различные значения, когда в химической реакции число молей исходных газообразных реагентов и число молей газообразных продуктов не совпадают, то есть $\Delta n \neq 0$. Когда эти числа совпадают, K_p и K_c будут равны, как, например, для следующей реакции, протекающей без изменения

числа молей газообразных веществ:

$$N_2(г) + O_2(г) \rightleftarrows 2NO(г).$$

По величине константы равновесия можно судить о степени протекания реакции. При большом значении $К_с$ или $К_р$ равновесие сильно сдвинуто вправо, т. е. большая часть исходных веществ превращается в продукты. При очень малых значениях константы равновесия прямая реакция протекает в незначительной степени, и равновесная смесь содержит преимущественно исходные реагенты. Также по константе равновесия можно предсказывать направление, в котором будет протекать реакция по мере приближения к равновесию, и вычислять концентрации компонентов в состоянии равновесия.

Например, рассмотрим смесь из 2,00 моль H_2, 1,00 моль N_2 и 2,00 моль NH_3, помещенную в сосуд объемом 1 л при температуре 472 К. Будет ли реакция между H_2 и N_2 давать дополнительное количество NH_3, если при заданной температуре константа равновесия $К_с$ составляет величину 0,105?

Подставим начальные концентрации H_2, N_2 и NH_3 в выражение для константы равновесия реакции:

$$N_2(г) + 3H_2(г) \rightleftarrows 2NH_3(г).$$

$$К_С = \frac{C^2(NH_3)}{C(N_2)\cdot C^3(H_2)}. \quad К'_С = \frac{2{,}00^2}{1{,}00\cdot 2{,}00^3} = 0{,}500.$$

По условию задачи известно, что при заданной температуре $К_с$ = 0,105. Следовательно, для того чтобы система приблизилась к равновесию, отношение $\frac{C^2(NH_3)}{C(N_2)\cdot C^3(H_2)}$ должно уменьшиться с 0,500 до 0,105. Это произойдет при

уменьшении $C(NH_3)$ и увеличении $C(N_2)$ и $C(H_2)$. Следовательно, равновесие будет смещаться справа налево.

4.3. ГЕТЕРОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Реакции с участием веществ, находящихся в различных фазовых состояниях называют гетерогенными. Примером такой реакции может служить термическое разложение кальцита в замкнутом объеме:

$$CaCO_3\,(к) \rightleftarrows CaO(к) + CO_2(г). \qquad (4.2)$$

Общий вид константы равновесия справедлив и для гетерогенных реакций. Только в этом случае концентрации твердых веществ не входят в выражение константы равновесия. Дело в том, что парциальные давления (или концентрации) твердых веществ постоянны (условно можно принять их равными единице) и поэтому включаются в константу $К_р$. Например, для реакции (4.2):

$$К_р^{/} = \frac{p(CO_2)p(CaO)}{p(CaCO_3)} = \frac{p(CO_2)const_1}{const_2};\ \frac{К_р^{/}}{const_{1,2}} = К_р = p(CO_2).$$

В качестве примера практического анализа состояния гетерогенного равновесия рассмотрим следующую задачу.

При 573 К для реакции

$$C(уголь) + 2H_2(г) \rightleftarrows CH_4(г)$$

константа равновесия $К_р$ составляет $1{,}53\cdot10^{-3}$. Определить, будет ли взрывоопасной метановоздушная смесь в замкнутом объеме (помещении) равном 50

м^3, в котором при 573 К и атмосферном давлении контактировали уголь и молекулярный водород. Масса водорода составила 200 г.

Решение.

1. Для рассматриваемой гетерогенной реакции: $K_p = p(CH_4)/p^2(H_2)$.

2. Определим исходное количество водорода в системе: $n(H_2) = m(H_2)/M(H_2) = 200/2 = 100$ моль.

3. Определим состав равновесной смеси газов (H_2 и CH_4). Обозначим через x число молей образовавшегося метана. Так как на его образование (согласно стехиометрическим коэффициентам уравнения реакции) должно израсходоваться 2x моль водорода, то в равновесной смеси останется (100 - 2x) моль H_2. Запишем:

	$C + 2H_2 \rightleftarrows CH_4$	
исходная смесь	100 моль	0
равновесная смесь	(100 - 2x) моль	x моль

Общее количество водорода и метана в равновесной смеси составляет суммарную величину: $\Sigma n = 100 - 2x + x = (100 - x)$ моль.

Для парциальных давлений компонентов получим следующие выражения (P - атмосферное давление):

$$p(H_2) = \frac{(100-2x)P}{100-x}; \quad p(CH_4) = \frac{xP}{100-x}.$$

Подставим эти выражения в уравнение для константы равновесия:

$$K_p = \frac{p(CH_4)}{p^2(H_2)} = \frac{x \cdot P(100-x)^2}{P^2(100-x)(100-2x)^2} = \frac{x(100-x)}{P(100-2x)^2}.$$

После преобразований и подстановки численных значений величин получим:

$$K_p \cdot P(100 - 2x)^2 = x(100 - x);\ \ 1{,}53 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}013 \cdot 10^5 (100 - 2x)^2 = x(100 - x).$$

$$6{,}2x^2 - 620x + 15499 = 0.\ \ x_1 = 50{,}4 \text{ моль},\ \ x_2 = 49{,}6 \text{ моль}.$$

Первый корень квадратного уравнения (x_1) - посторонний, так как из условия задачи следует: $100 - 2x \geq 0,\ x \leq 50$.

4. Оценим взрывоопасность газовоздушной смеси, образующейся при доступе воздуха к 49,6 моль CH_4 в объеме 50 м^3. Учтем, что нижний предел взрываемости (в объемных процентах) при 293 К и атмосферном давлении для метана в смеси с воздухом составляет 5,0 %, а верхний - 14,9 %.

$$V(CH_4) = n(CH_4) \cdot V_m = 49{,}6 \text{ моль} \cdot 22{,}4 \text{ моль/л} = 1111 \text{ л}.$$
$$\varphi(CH_4) = V(CH_4)/50 \text{ м}^3 = 1111 \cdot 10^{-3}/50 = 0{,}022 = 2{,}2\ \%.$$

Полученный результат свидетельствует, что образующаяся газовоздушная смесь в указанном объеме (помещении) не будет взрывоопасной по метану. Не достигается нижний предел взрываемости (составляет 4 % по объему) и для водородовоздушной смеси, образуемой остатком водорода.

4.4. СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

В системе, находящейся в состоянии динамического равновесия, прямой и обратный процессы протекают с одинаковыми скоростями. Изменение условий, в которых находится система, может нарушить состояние равновесия. В результате равновесие будет смещаться до тех пор, пока не установится новое равновесие.

Для определения направления смещения равновесия может быть использован **принцип Ле Шателье - Брауна**:

если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывают внешнее воздействие (например, изменяют давление, концентрацию реагентов или температуру), то в системе будут развиваться процессы, смещающие равновесие в том направлении, которое ослабляет внешнее воздействие.

Так, повышение давления сдвигает равновесие в сторону уменьшения количества газообразных веществ. Добавление в равновесную систему какого - либо компонента реакции сдвигает равновесие в сторону уменьшения количества этого компонента. Повышение (понижение) температуры сдвигает равновесие в сторону протекания реакции, являющейся эндотермической (экзотермической). Знание условий для проведения химической реакции в нужном направлении часто важно в практическом значении. Поэтому рассмотрим влияние различных факторов на смещение химического равновесия более подробно.

Пусть в равновесную систему

$$2H_2(г) + O_2(г) \rightleftarrows 2H_2O(г) \qquad (4.3)$$

вводится избыток водорода. Постоянство значения константы равновесия $K_p = \frac{p^2(H_2O)}{p^2(H_2)p(O_2)}$ может быть при этом сохранено только в том случае, если соответственно уменьшится концентрация кислорода и увеличится концентрация водяного пара. Практически это означает, что, желая при данных внешних условиях полнее использовать кислород, следует увеличивать концентрацию водорода. С другой стороны, чтобы полнее использовать водород, нужно вводить в систему избыток кислорода.

Того же эффекта - более полного использования одного из реагирующих веществ - можно добиться и путем уменьшения концентрации другого участника реакции. Допустим, что система (4.3) заключена в реакционном

сосуде, непроницаемом для водяного пара и кислорода, но пропускающем водород. Тогда последний будет покидать систему, уменьшая тем самым знаменатель выражения для константы равновесия. В силу постоянства K_p, неизбежным результатом этого явится дальнейшее разложение водяного пара и накопление свободного кислорода.

Соединение водорода с кислородом сопровождается выделением тепла, а распад водяного пара - его поглощением. Поэтому, чем больше тепла сообщается системе извне, тем более это благоприятствует распаду водяного пара, т. е. эндотермической реакции. Наоборот, отвод тепла от системы путем ее охлаждения затрудняет распад водяного пара и тем самым благоприятствует более полному соединению водорода с кислородом, т. е. экзотермической реакции. Следовательно, при нагревании равновесной системы равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, при охлаждении - в сторону экзотермической.

Для газообразной системы (4.3) имеем в левой части уравнения 3 моля газов, в правой - 2 моля. Применяя закон Авогадро, найдем, что если бы весь водяной пар разложился на водород и кислород, то система занимала бы объем $V = V_m \cdot n = 22{,}4 \cdot 3 = 67{,}2$ л, а если бы распада совсем не было - $V = V_m \cdot n = 22{,}4 \cdot 2 = 44{,}8$ л.

Изменение оказываемого на газообразную систему внешнего давления должно вызывать соответствующее изменение объема. При повышении давления он будет уменьшаться, при понижении – увеличиваться. Допустим, что оказываемое на систему внешнее давление повышается. Равновесие (4.3) при этом будет смещаться в сторону образования водяного пара, т. е. его относительная концентрация возрастет. Но по закону действия масс соответственно ускоряется идущее с увеличением объема разложение водяного пара на водород и кислород: $\overleftarrow{V} = kC^2(H_2O)$. Новое состояние равновесия установится при такой концентрации водяного пара, когда создаваемое самой системой давление станет равно производимому на нее извне.

Таким образом, при увеличении внешнего давления на систему (4.3) равновесие сместится в сторону образования паров воды, при уменьшении - в сторону распада ее молекул. Следует обратить внимание, что речь идет об изменении общего, а не парциального давления газов. Внешнее воздействие на равновесную систему, заключающееся в изменении парциального давления какого - либо газообразного реагента идентично ситуации, когда меняется концентрация этого реагента. В общем случае, для реакций с участием газов повышение внешнего давления смещает равновесие в сторону меньшего числа молей газообразных веществ. Отсюда вытекает формулировка принципа смещения равновесий применительно к влиянию давления на равновесие обратимых газовых реакций: **при увеличении давления равновесие смещается в сторону образования меньшего числа молекул газообразных веществ, а при уменьшении давления - в сторону большего.**

В том случае, когда общее число молекул газообразных веществ в левой и правой частях уравнения реакции одинаково, изменение давления не влияет на положение химического равновесия.

Занимаемые твердыми и жидкими веществами объемы мало меняются в процессе изменения внешнего давления. Поэтому данный параметр почти не влияет на равновесия конденсированных систем. В смешанных случаях, когда одновременно имеются вещества в различных агрегатных состояниях, для учета влияния давления на равновесие практическое значение обычно имеет только число молекул газообразных веществ.

В качестве примера рассмотрим гетерогенную равновесную систему:

$$CO_2(г) + C(уголь) \rightleftarrows 2CO(г).$$

Подходя к подсчету количества частиц формально (2 моля - слева и 2 моля - справа), можно было бы сделать вывод, что давление не влияет на равновесие данной системы. Однако газами являются только CO_2 и CO. По-

этому повышение давления будет смещать рассматриваемое равновесие влево (в сторону меньшего числа молей газообразных веществ), а понижение давления - вправо (в сторону большего числа молей газов).

В соответствии с принципом Ле Шателье - Брауна происходят смещения всех фазовых равновесий. Так, если повышать давление в системе, то сдвиг равновесия будет происходить в сторону той фазы, которая имеет меньший удельный объем и большую плотность. Например, с увеличением давления сместится в сторону продукта следующее равновесие (под химическими формулами веществ указаны их удельные объемы при соответствующих температуре и давлении):

$$\underset{0{,}442\ см^3/г\ (при\ 20\ °C)}{C(графит)} \rightleftarrows \underset{0{,}284\ см^3/г\ (при\ 20\ °C)}{C(алмаз)}.$$

Изменение внешнего давления мало влияет на химическое равновесие фазового перехода, когда все участвующие в нем вещества находятся в конденсированном состоянии. Заметно влияют лишь давления порядка $1 \cdot 10^9$ Па. В соответствии с этим, существенно зависят от давления температуры кипения веществ и мало зависят температуры плавления.

Разбавление газообразных реагентов инертным газом приводит к смещению равновесия в том же направлении, что и уменьшение общего давления в системе.

Повышение температуры ведет к смещению фазового равновесия в том направлении, которое характеризуется поглощением теплоты. Так, диссоциация одного моля паров воды на водород H_2 и кислород O_2 требует затрат 241,98 кДж (эндотермический процесс). При обычной температуре вода - вполне термически устойчивое соединение, но с ростом температуры происходит постепенный сдвиг вправо соответствующего равновесия (4.3).

Сдвиг равновесия приводит к тому, что степень разложения воды на

водород и кислород, составляющая, например, 0,03 % при 1273 К достигает 11,2 % при 2773 К.

4.5. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Напишите выражение для константы равновесия реакции:

$$C(\text{уголь}) + 2N_2O(г) \rightleftarrows CO_2(г) + 2N_2(г).$$

2. Напишите выражение для константы равновесия реакции:

$$CO_2(г) + 2N_2(г) \rightleftarrows C(\text{уголь}) + 2N_2O(г).$$

3. Рассчитайте исходную концентрацию O_2, если равновесные концентрации составляют $C(O_2) = 0{,}1$ моль/л, $C(SO_2) = 0{,}15$ моль/л:

$$2CuS(к) + 3O_2(г) \rightleftarrows 2CuO(к) + 2SO_2(г).$$

4. Рассчитайте исходную концентрацию водорода, если равновесные концентрации составляют $C(H_2) = 0{,}15$ моль/л, $C(H_2O) = 0{,}3$ моль/л:

$$3Fe_2O_3(к) + H_2(г) \rightleftarrows 2Fe_3O_4(к) + H_2O(г).$$

5. Как сдвинется равновесие, если объём системы уменьшится:

$$2H_2(г) + O_2(г) \rightleftarrows 2H_2O(г).$$

6. В какую сторону сдвинется равновесие при уменьшении объёма системы:

$$H_2(г) + Br_2(г) \rightleftarrows 2HBr(г).$$

7. В каком направлении сдвинется равновесие при повышении температуры:

$$C_2H_4 + 3O_2 \rightleftarrows 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H^o = -1323 \text{ кДж/моль}.$$

8. Как сдвинется равновесие в системе, если уменьшить температуру:

$$2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2 \quad \Delta H^o = 655 \text{ кДж /моль}.$$

9. Как повлияет на равновесие падение температуры в системе:

$$FeO + CO \rightleftarrows Fe + CO_2 \quad \Delta H^o = -86 \text{ кДж/моль}.$$

Глава 5
ОБРАЗОВАНИЕ РАСТВОРОВ

5.1. РАСТВОРЫ

Среди различных веществ, окружающих нас в природе, лишь очень немногие не содержат примесей. Большинство природных и техногенных веществ содержат несколько компонентов и представляют собой смеси. Многие такие смеси являются гомогенными (однородными), т. е. составляющие их компоненты равномерно на молекулярном уровне распределены относительно друг друга. Подобные гомогенные системы переменного состава, образованные двумя и более веществами, называют **растворами.**

Примерами растворов служат природные водные системы, многие технические растворы, применяемые при обогащении полезных ископаемых, различные фракции перегонки нефти.

Если при образовании раствора равномерное распределение индивидуальных веществ приводит к образованию твердой однофазной системы, то такую систему называют твердым раствором. Твердые растворы составляют основу большинства применяемых в технике сплавов металлов. Эти растворы также распространены среди природных минералов.

Кроме жидких и твердых растворов существуют газовые растворы. Воздух, которым мы дышим, представляет собой гомогенную смесь газообразных веществ. В окружающем нас мире можно найти много примеров растворов. Так, воды Мирового океана представляют собой водный раствор большого числа различных веществ.

Природные водные растворы являются сложными физико - химическими системами, образующимися при взаимодействии воды с горными породами и минералами. К природным растворам относятся как поверхностные воды (воды рек, озер, морей, океанов), так и подземные воды (почвенные и грунтовые воды, межпластовые, жильные, карстовые воды и т. п.).

Среднее содержание солей в речных водах составляет около 0,01 % (по массе). Несмотря на относительно малое содержание растворенных солей, их

ежегодно выносится реками в океан более двух миллиардов тонн. Содержание солей в морской воде несравненно больше, чем в речной. Для Мирового океана оно составляет в среднем 3,5 %. Среди солей океана значительно преобладают хлориды и сульфаты натрия и магния. Среднее содержание важнейших ионов океанской воды (в массовых процентах) представлено в таблице 5.1.

Основное количество ионов металлов накапливалось в морской воде в результате разрушения горных пород земной поверхности. Кроме отмеченных выше, океан содержит практически и все остальные известные химические элементы, но в еще меньших количествах.

Для характеристики составных частей растворов используют понятия «растворитель» и «растворенное вещество». Обычно растворителем называют компонент, сохраняющий свое фазовое состояние при образовании раствора.

Таблица 5.1

Процентное содержание ионов, присутствующих в морской воде в наибольшем количестве

Ион	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	HCO_3^-, CO_3^{2-}
ω, %	1,9	1,1	0,27	0,13	0,041	0,040	0,011

Например, при образовании раствора из NaCl и H_2O растворителем является вода, т. к. именно она переходит в раствор, не меняя своего агрегатного состояния. Если все компоненты раствора до перемешивания находятся в одинаковой фазе, растворителем называют тот компонент, который содер-

жится в наибольшем количестве. Например, в окружающем нас газообразном по агрегатному состоянию растворе - атмосферном воздухе растворителем является азот. Остальные газы, присутствующие в атмосфере в меньшем количестве (кислород, углекислый газ, водород и т. д.), являются растворенными веществами. Количество растворенного компонента принято характеризовать концентрацией раствора.

5.2. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

Концентрация является одной из важных характеристик раствора. Для качественного описания концентрации используются такие понятия как разбавленный и концентрированный раствор. Растворы, содержащие очень много растворенного вещества, называют **концентрированными**, содержащие его немного - **разбавленными**. Концентрированный раствор может быть насыщенным и ненасыщенным.

Для водных растворов веществ при фиксированном значении температуры обычно существует предел насыщения. Например, сколько бы ни находился хлорид натрия в воде при 20 °С, больше 36 г NaCl в 100 г H_2O не растворится, избыточное количество соли останется в твердой фазе.

В насыщенном жидком растворе осадок твердого вещества существует в динамическом равновесии с тем же веществом, находящимся в растворенном состоянии: скорость отрыва частиц с поверхности кристаллов равна скорости их обратного оседания.

Раствор, в котором растворенного вещества меньше, чем в насыщенном растворе, называется ненасыщенным. При внесении в него новых количеств данного вещества, последнее растворяется и концентрация раствора возрастает. Раствор называется пересыщенным, если его концентрация больше, чем у насыщенного раствора. Пересыщенный раствор может образоваться, например, в результате осторожного охлаждения раствора, насыщенного при

более высокой температуре. Если внести в него частицу того вещества, которое в нем растворено, весь избыток последнего сразу выкристаллизовывается. Пересыщенные растворы в отличие от насыщенных - неустойчивые системы и способны существовать только в отсутствии контактирующей с ними твердой фазы растворенного вещества (затравки).

Следует принимать во внимание, что насыщенный раствор может содержать очень мало растворенного вещества, если оно плохо растворимо. Например, насыщенный раствор $CaSO_4$ при 18 °С содержит в 100 г раствора всего 0,2 г соли, тогда как раствор, содержащий 25 г KNO_3 в 100 г воды при 20 °С, - ненасыщенный.

Для количественного выражения концентрации растворов на практике используют несколько способов. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

1. **ω(X) - массовая доля растворенного вещества**. Определяется отношением массы растворенного вещества X к общей массе раствора. Выражается в процентах или долях единицы:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{раствора})} 100\,\%.$$

Например, ω(NaCl) = 2,5 % - массовая доля хлорида натрия в растворе составляет 2,5 %.

2. **C(X) – молярная концентрация** (концентрация количества растворенного вещества X). Определяется числом молей ν(X) данного компонента, приходящимся на единицу объема раствора (1 л); размерность моль/л или второе возможное обозначение – М:

$$C(X) = \frac{\nu(X)}{V} = \frac{m(X)}{M(X)V} \quad [\frac{\text{моль}}{\text{л}}].$$

Например, C(HCl) = 0,1 моль/л или C(HCl) = 0,1 М - молярная концентрация раствора соляной кислоты составляет 0,1 моль/л.

3. **χ(X) – молярная доля компонента X**. Определяется отношением числа молей этого компонента к сумме чисел молей всех компонентов раствора. Молярная доля может быть выражена как в долях единицы, так и в процентах:

$$\chi(X) = \frac{\nu(X)}{\sum \nu_i}.$$

Молярные доли являются наиболее удобными характеристиками состава при теоретическом анализе свойств растворов, поскольку показывают, какую часть от общего числа молекул (атомов) в системе составляют молекулы (атомы) определенного компонента.

4. **b(X) – моляльная концентрация** раствора или моляльность. Определяется отношением количества растворенного вещества ν(X) к массе растворителя m(Y); размерность моль/кг:

$$b(X) = \frac{\nu(X)}{m(Y)} \ [\frac{\text{моль}}{\text{кг}}].$$

Следует обратить внимание на различие между молярной концентрацией и моляльностью: при определении моляльности используется масса растворителя, при определении молярности – объем раствора.

5. **C_f(Э(X))** или **$C_н$(Э(X)) – молярная концентрация эквивалента (эквивалентная концентрация)**. Определяется отношением числа молей эквивалента вещества ν_f(X) к объему раствора; размерность моль (экв)/л или второе возможное обозначение – н.:

$$C_f(Э(X)) = \frac{\nu_f(X)}{V} = \frac{m(X)}{M(Э(X))} \quad [\frac{моль}{л}].$$

Например, молярная концентрация эквивалента соляной кислоты составляет 0,1 моль/л: $C_f(HCl)$ = 0,1 моль/л или $C_f(HCl)$ = 0,1 н.; молярная концентрация эквивалента фосфорной кислоты составляет 0,2 моль/л: $C_f(1/3\ H_3PO_4)$ = 0,2 моль/л или $C_f(1/3\ H_3PO_4)$ = 0,2 н.

Напомним, что **эквивалент Э(Х)** - это реальная либо условная частица (атом, молекула либо какая-то часть молекулы) вещества Х, которая эквивалентна одному иону водорода в реакции ионного обмена или одному электрону в окислительно - восстановительной реакции.

Необходимо особо подчеркнуть, что эквивалент для данного вещества не является неизменной величиной, а зависит от того, в какой конкретной реакции участвует это вещество.

Поскольку для кислот и оснований эквивалент представляет собой частицу вещества, которая в данной реакции высвобождает один ион водорода или соединяется с ним (или каким-либо другим образом эквивалентна ему), то, например, в реакции:

$$KOH + H_3PO_4 = KH_2PO_4 + H_2O$$

эквивалент фосфорной кислоты равен молекуле H_3PO_4 ($Э(H_3PO_4) = H_3PO_4$), поскольку в рассматриваемой реакции одна молекула кислоты высвобождает только один ион водорода.

В другой реакции:

$$2KOH + H_3PO_4 = K_2HPO_4 + 2H_2O$$

эквивалент кислоты равен половине молекулы ($Э(H_3PO_4) = ½\ H_3PO_4$), т. к. в рассматриваемой реакции одна молекула кислоты высвобождает два иона

водорода.

В случае реакции восстановления $KMnO_4$ в кислой среде

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

эквивалент $KMnO_4$ составляет 1/5 часть молекулы, т. к. в данной реакции один перманганат – ион (одна молекула перманганата калия) присоединяет пять электронов:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Следовательно, $Э(KMnO_4) = 1/5\ KMnO_4$.

Для реакции восстановления $KMnO_4$ в нейтральной среде

$$2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + H_2O = 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + 2KOH$$

эквивалент $KMnO_4$ будет равен 1/3 части молекулы, т. к. в данной реакции одна молекула перманганата калия присоединяет три электрона:

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-.$$

Следовательно, $Э(KMnO_4) = 1/3\ KMnO_4$.

Молярной массой эквивалента вещества X называют массу одного моля эквивалентов этого вещества.

Например, если $Э(H_3PO_4) = 1/2\ H_3PO_4$, то $M(Э(H_3PO_4)) = 1/2\ M(H_3PO_4) =$ $= 98/2 = 49$ г/моль.

5.2.1. Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислить молярную массу эквивалента основания, исходя из уравнения реакции:

$$Cr(OH)_3 + HCl = Cr(OH)_2Cl + H_2O.$$

2. Вычислить молярную массу эквивалента кислоты, исходя из уравнения реакции:

$$H_3AsO_4 + 2NaOH = Na_2HAsO_4 + 2H_2O.$$

3. Вычислить молярную массу эквивалента основания, исходя из уравнения реакции:

$$Cu(OH)_2 + HCl = CuOHCl + H_2O.$$

4. Рассчитать массовую долю вещества в растворе, полученного при растворении 4 г этого вещества в 30 мл воды.

5. Сколько граммов вещества нужно растворить в 460 г воды, чтобы получить 20 %-ный раствор?

6. Сколько граммов соли и воды содержится в 700 г 11 %-ного раствора ?

7. К 1 л 6 %-ного раствора фосфорной кислоты (ρ = 1,031 г/мл) прилили 1 л воды. Какова молярная концентрация полученного раствора?

8. Сколько граммов Na_2CO_3 содержится в 1 л 0,5 н. раствора?

9. Вычислить молярность 12 %-ного раствора KOH (ρ = 1,1 г/мл).

10. В 250 мл раствора KCNS содержится 30 г соли. Вычислить эквивалентную концентрацию раствора.

11. Вычислить молярную концентрацию 20 %-ного раствора сульфата железа (II) (ρ = 1,21 г/мл).

12. Сколько граммов $AgNO_3$ и воды надо взять для приготовления 200 мл 0,1 н. раствора?

13. Сколько граммов хлорида железа (III) содержится в 20 мл 0,15 н.

раствора?

14. По известной молярной концентрации выразить концентрацию водного раствора через массовую долю растворенного вещества, моляльность, молярную долю и эквивалентную концентрацию:

Номер задачи	Растворенное вещество	Концентрация C(X), моль/л	Плотность раствора, г/мл	Температура T, K
1	$AgNO_3$	1,405	1,194	293
2	$AlCl_3$	1,185	1,129	291
3	$BaCl_2$	1,444	1,253	293
4	$CaCl_2$	1,190	1,101	293
5	$Ca(NO_3)_2$	1,100	1,128	291
6	$CdSO_4$	1,034	1,198	291
7	$FeCl_3$	1,900	1,234	293

Ответы. **1**. 20 %; 1,468 моль/1000 г; 0,026; 1,405 моль(экв)/л. **2.** 14 %; 1,22 моль/1000 г; 0,022; 3,555 моль(экв)/л. **3**. 24 %; 1,52 моль/1000 г; 0,027; 2,89 моль(экв)/л. **4.** 12 %; 1,23 моль/1000 г; 0,022; 2,38 моль(экв)/л. **5.** 16 %; 1,161 моль/1000 г; 0,021; 2,2 моль(экв)/л. **6**. 18 %; 1,053 моль/1000 г; 0,019; 2,068 моль(экв)/л. **7**. 25 %; 2,055 моль/1000 г; 0,036; 5,7 моль(экв)/л.

5.3. РАСТВОРИМОСТЬ ВЕЩЕСТВА И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Растворимостью называют способность вещества растворяться в том или ином растворителе. Количественно растворимость характеризуется концентрацией насыщенного раствора при определенных температуре и давлении. Растворимость зависит от природы растворенного вещества и растворителя, температуры, внешнего давления. Растворимость твердых, жидких и

газообразных веществ в жидкостях во многом зависит от того, являются ли растворенное вещество и растворитель оба полярными или неполярными веществами (взаимная растворимость относительно велика), или одно из них полярно, а другое неполярно (взаимная растворимость незначительна).

Молекула называется **полярной** (дипольной), если в ней центры положительных и отрицательных зарядов не совпадают и находятся на некотором расстоянии r друг от друга. Мерой полярности молекулы служит **дипольный момент μ** - произведение абсолютной величины заряда e одного из полюсов диполя на расстояние r между центрами зарядов: $\mu = e \cdot r$.

Жидкости, используемые в качестве растворителей, считают малополярными, если дипольный момент образующих их молекул менее $5 \cdot 10^{-30}$ Кл·м. При отнесении растворителей к числу мало- или сильнополярных можно руководствоваться табличными величинами диэлектрической проницаемости для этих жидкостей. Низким значениям дипольного момента ($\mu < 5 \cdot 10^{-30}$ Кл·м), как правило, отвечают низкие значения диэлектрической проницаемости ($\varepsilon < 10$); жидкости же, отличающиеся большой полярностью и высокими значениями дипольного момента молекул, характеризуются также и выраженными диэлектрическими свойствами ($\varepsilon > 10$).

В табл. 5.2 приведены значения дипольных моментов молекул и диэлектрической проницаемости для наиболее часто применяемых растворителей.

Полярные растворители обычно смешиваются в любых пропорциях и могут также служить хорошими растворителями для других (твердых и газообразных) веществ полярного характера. Точно так же неполярные растворители, обнаруживая неограниченную растворимость друг в друге, могут служить хорошими растворителями для большинства веществ неполярного или малополярного характера. Поэтому задача подбора подходящего растворителя для того или иного вещества может быть упрощена, если известна его полярность.

Таблица 5.2

Значения дипольного момента и диэлектрической проницаемости для распространенных растворителей (Т = 298 К)

Растворитель	$\mu \cdot 10^{-30}$ Кл·м	ε
Ацетон CH_3COCH_3	9,8	20,7
Бензол C_6H_6	0	2,28
Вода H_2O	6,1	80,08
Метанол CH_3OH	5,6	32,63
Нитробензол $C_6H_5NO_2$	13,3	34,75
Сероуглерод CS_2	0	2,64
Тетрахлорид углерода CCl_4	0	2,24
Толуол $C_6H_5CH_3$	1,3	2,38
Хлороформ $CHCl_3$	3,8	4,72
Этанол C_2H_5OH	5,7	25,2

Растворимость различных веществ в одном и том же растворителе, например, в воде, может изменяться в значительных пределах. Принято считать легкорастворимым вещество, растворимость которого при комнатной температуре (293 К) превышает 10 г на 100 г растворителя. Если растворимость находится в пределах 0,01 – 1,00 г на 100 г растворителя, то вещество считают труднорастворимым. При растворимости менее 0,01 г на 100 г растворителя вещество считают практически нерастворимым.

Образование раствора двумя веществами, каждое из которых находится в конденсированном состоянии (твердом или жидком), обычно сопровождается сравнительно небольшими изменениями объема (чаще всего в сторону сокращения). При этом давление незначительно влияет на величину их

взаимной растворимости. Лишь при давлениях порядка 10^9 Па удается отметить существенное изменение взаимной растворимости такого рода веществ, причем характер этого изменения можно предсказать, исходя из принципа Ле Шателье – Брауна.

Так, если при образовании раствора из двух твердых или жидких веществ А и В происходит сокращение объема, то увеличение давления оказывает положительное влияние на их взаимную растворимость. Если же при растворении имеет место увеличение объема системы, то давление оказывает отрицательное влияние на растворимость. Например, растворение нитрата аммония NH_4NO_3 в воде сопровождается увеличением объема и при давлениях порядка 10^9 Па растворимость этого вещества в воде уменьшается примерно вдвое в сравнении с растворимостью при атмосферном давлении. Если растворяемое вещество газ, а растворителем является жидкость (или твердое вещество), то образование раствора сопровождается значительным сокращением объема системы. В соответствии с этим растворимость газов в жидкостях заметно возрастает по мере увеличения давления.

Согласно устоявшимся представлениям, растворяемое вещество взаимодействует с молекулами растворителя. В результате в растворе образуются соединения, состоящие из растворенного вещества и растворителя. Такие соединения получили название сольватов (от латинского solvere – растворять), а если растворитель – вода, то гидратов. Состав сольватов в растворе непостоянен: он меняется с изменением концентрации и температуры раствора. Наряду с сольватами (гидратами) в растворе имеются и свободные молекулы растворителя. Поэтому состав раствора в отличие от химических соединений может меняться в широких пределах. Гидраты часто удается выделить, охлаждая или выпаривая раствор, например, получены гидраты $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Некоторые гидраты оказываются нестойкими, легко разлагаются при выпаривании раствора. Их существование в растворе удается доказать лишь косвенными методами, например, исследуя спектры поглощения.

5.4. ОСМОС. ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

Растворы различных веществ обладают способностью к диффузии. Это явление заключается в том, что сольватированные молекулы (ионы) растворенного вещества самопроизвольно перемещаются в среде растворителя из локальных областей большей концентрации в локальные области меньшей концентрации. В результате с течением времени концентрация раствора становится одинаковой во всем объеме жидкости. Самопроизвольное выравнивание концентрации происходит и тогда, когда два раствора различной концентрации (или раствор и растворитель) отделены друг от друга полупроницаемой перегородкой (мембраной). Такие перегородки легко пропускают через себя молекулы растворителя (например, воды), но задерживают частицы растворенного вещества. Этим свойством обладают пергамент, оболочки клеток и др. Выравнивание концентрации через полупроницаемую мембрану идет односторонне – путем поглощения растворителя из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией. Процесс односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую мембрану называется **осмосом.**

Механизм осмоса можно представить следующим образом. Так как концентрация молекул воды в разбавленном растворе больше, чем в концентрированном, а система стремится к равновесному состоянию, то из первого раствора во второй проникает через полупроницаемую мембрану больше молекул воды, чем уходит в обратном направлении. Давление, которое надо приложить к раствору, чтобы привести его в равновесие с чистым растворителем, отделенным от раствора полупроницаемой мембраной, называется осмотическим.

Немецкий ученый Пфеффер в 1887 году установил следующие **закономерности осмоса:**

1) осмотическое давление при постоянной температуре прямо пропорционально концентрации раствора:

2) осмотическое давление при постоянной концентрации пропорционально абсолютной температуре.

В том же 1887 году голландский ученый Вант - Гофф открыл закон:

осмотическое давление раствора равно тому давлению, которое производило бы растворенное вещество, если бы оно в виде газа занимало при той же температуре объем, равный объему раствора:

$$p = CRT, \qquad (5.1)$$

где p - осмотическое давление раствора; C - моляльная концентрация раствора; R - константа, численно равная универсальной газовой постоянной; T - абсолютная температура.

Закон Вант - Гоффа применим лишь к разбавленным растворам неэлектролитов, т. е. к тем системам, в которых можно пренебречь взаимодействием молекул растворенного вещества друг с другом и с молекулами растворителя. Растворы неэлектролитов высокой концентрации и электролитов любой концентрации обнаруживают значительные отклонения от этого закона.

Осмотическое давление проявляется лишь в том случае, если на пути к равномерному распределению растворенного вещества во всем объеме раствора встает полупроницаемая мембрана. При этом стремление растворенного вещества к диффузии в направлении меньших концентраций проявляется в виде одностороннего давления на полупроницаемую перегородку, поскольку давление по другую сторону этой перегородки, проистекающее от тех же самых тенденций, меньше. Таким образом, осмотическое давление не означает какое-то дополнительное механическое давление в растворителе, возникающее из-за наличия в нем растворенного вещества, а является лишь мерой стремления растворенного вещества к равномерному распределению во всем объеме растворителя, находящегося по обе стороны полупроницаемой мембраны.

Растворы, имеющие одинаковое осмотическое давление, называют **изотоническими**. Исходя из уравнения (5.1), можно было бы ожидать, что растворы самых разнообразных веществ, имеющие одну и ту же молярную концентрацию, должны быть изотоническими. В действительности из-за того, что одни вещества при растворении распадаются на ионы (более подробно о диссоциации – раздел 6) или же в результате ассоциации образуют более сложные агрегаты молекул, а другие при этом не претерпевают изменений, растворы равной молярной концентрации не всегда оказываются изотоническими.

Если учесть, что из n_0 молекул растворенного вещества образуется n_i дочерних частиц, то в уравнение (5.1) для расчета осмотического давления необходимо ввести дополнительный множитель i, называемый изотоническим коэффициентом Вант - Гоффа:

$$p_{осм.} = i \cdot C \cdot R \cdot T.$$

Коэффициент i равен отношению числа отдельных частиц (молекул, ионов, ассоциированных молекул) n_i к общему числу молекул растворенного вещества n_o в объеме раствора: $i = n_i / n_o$. Он показывает, во сколько раз число частиц в растворе электролита больше, чем в растворе неэлектролита с такой же концентрацией.

Если из общего числа молекул растворенного вещества какая то часть α их первоначального количества распалась на ν дочерних частиц, а остальная часть молекул $(1 - \alpha)$ остается в неизменном виде, то изотонический коэффициент будет равен:

$$i = \alpha\nu + (1 - \alpha) = \alpha(\nu - 1) + 1.$$

Для электролита, распадающегося на 2 иона ($\nu = 2$), например, для NaCl, $i = 1 + \alpha$; для $CaCl_2$ (распадается на три иона) $i = 1 + 2\alpha$ и т. д. Для ассоциата,

например, H_2F_2 ($\nu = 1/2$) $i = 1 - 1/2\alpha$. Во всех случаях α - это степень диссоциации или степень ассоциации растворенного вещества, выраженная в долях единицы.

5.4.1. Примеры решения задач

Задача 1. Давление паров воды при 293 К составляет 2332,82 Па, а давление пара раствора, содержащего нелетучее растворенное вещество – 2290,26 Па.

Определите осмотическое давление раствора при 313 К, если его плотность при этой температуре 1,01 г/см^3, а молярная масса растворенного вещества равна 60 г/моль.

Решение.

1) Определим молярную долю растворенного вещества в растворе:

$$N_2 = \frac{p^0_{H_2O} - p_{H_2O}}{p^0_{H_2O}} = \frac{2332,82 - 2290,26}{2332,82} = 0,0182.$$

2) Пересчитаем концентрацию, выраженную в молярных долях, на молярную концентрацию:

$$C_2 = \frac{1000\rho N_2}{N_2M_2 + N_1M_1} = \frac{1000 \cdot 1,01 \cdot 0,0182}{0,0182 \cdot 60 + 0,9818 \cdot 18,016} = 0,98 \text{ моль/л.}$$

3) Определим осмотическое давление:

$$p_{осм.} = CRT = 0,98 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 313 = 2,573 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Ответ: осмотическое давление раствора составляет $2,573 \cdot 10^6$ Па.

Задача 2. В каком растворе осмотическое давление будет максимальным,

если $C(NaCl) = C(K_2SO_4) = C(C_6H_{12}O_6) = 0{,}2$ моль/л?

Решение.

1) Осмотическое давление растворов электролитов (NaCl и K_2SO_4) будет выше, чем осмотическое давление раствора неэлектролита – глюкозы ($C_6H_{12}O_6$), так как:

$p_{осм.}(NaCl) = iCRT$; $p_{осм.}(K_2SO_4) = iCRT$; $p_{осм.}(C_6H_{12}O_6) = CRT$, где $i > 1$.

2) Из двух растворов электролитов максимальное осмотическое давление будет в растворе с наибольшим изотоническим коэффициентом i.

Для сильных электролитов степень элетролитической диссоциации α можно принять за 1, тогда: $i(NaCl) = 1 + 1(2-1) = 2$; $i(K_2SO_4) = 1 + 1(3-1) = 3$.

Ответ: наибольшим осмотическим давлением в ряду рассмотренных растворов обладает раствор сульфата калия.

5.4.2. Задачи для самостоятельного решения

1. При 290 К осмотическое давление раствора, содержащего 0,125 г органического вещества в 25 мл воды, равно $2{,}006 \cdot 10^5$ Па. Вычислить молярную массу растворенного вещества. Ответ: 60 г/моль.

2. Сколько граммов глицерина следует растворить в 0,001 $м^3$ воды, чтобы осмотическое давление полученного раствора при 290 К было $2{,}026 \cdot 10^5$ Па? Ответ: 7,73 г.

3. При температуре 300 К осмотическое давление раствора сахара составляет $1{,}064 \cdot 10^5$ Па. Определите осмотическое давление этого раствора при 273 К. Ответ: $9{,}682 \cdot 10^4$ Па.

4. При 298 К давление паров воды равно 23,76 мм рт. ст., а давление паров раствора глицерина - 23,68 мм рт. ст. Вычислите осмотическое давление этого раствора при 310 К. Плотность раствора составляет величину

1,0017 г/см^3. Ответ: 4,585·10^5 Па.

5.5. ДАВЛЕНИЕ ПАРА РАСТВОРИТЕЛЯ НАД РАСТВОРОМ. ЗАМЕРЗАНИЕ И КИПЕНИЕ РАСТВОРА

Жидкость, помещенная в замкнутый объем, испаряется и молекулы ее пара, ударяясь о стенки сосуда, создают определенное давление. Это давление растет с повышением температуры. Если в этой жидкости растворить нелетучее вещество (например, сахар), то при той же температуре давление пара над раствором будет ниже, чем над чистым растворителем. Это можно пояснить так. У раствора часть поверхности, с которой происходит испарение, занята молекулами растворенного вещества. Поэтому в единицу времени с этой поверхности испаряется меньше молекул растворителя, следовательно, падает и создаваемое ими давление.

Французский ученый **Рауль установил закон** (1887 г.):

в разбавленных растворах нелетучих неэлектролитов понижение давления пара пропорционально количеству вещества, растворенного в данном количестве растворителя:

$$\Delta p = p\frac{n}{N}\ , \qquad (5.2)$$

где Δp – понижение давления пара над раствором; p – давление пара чистого растворителя; n – число молей растворенного вещества; N – число молей растворителя.

Из уравнения (5.2) следует, что понижение давления пара растворителя над раствором не зависит от природы растворенного вещества и определяется только его концентрацией: чем выше концентрация раствора, тем сильнее уменьшается давление пара над ним.

Жидкость кипит при той температуре, при которой давление насы-

щенного пара становится равным внешнему давлению. С другой стороны, температура замерзания – это та температура, при которой давление пара над жидкостью равно давлению пара над тем же веществом в твердом состоянии. Например, температура кипения воды при нормальном давлении равна 100 °С, а замерзания – 0 °С. При 0 °С давление пара льда и жидкой воды 4,6 мм рт. ст. (613 Н/м^2). Так как давление пара раствора ниже давления пара чистого растворителя, то раствор кипит при более высокой, а замерзает при более низкой температуре, чем чистый растворитель (рис. 5.1).

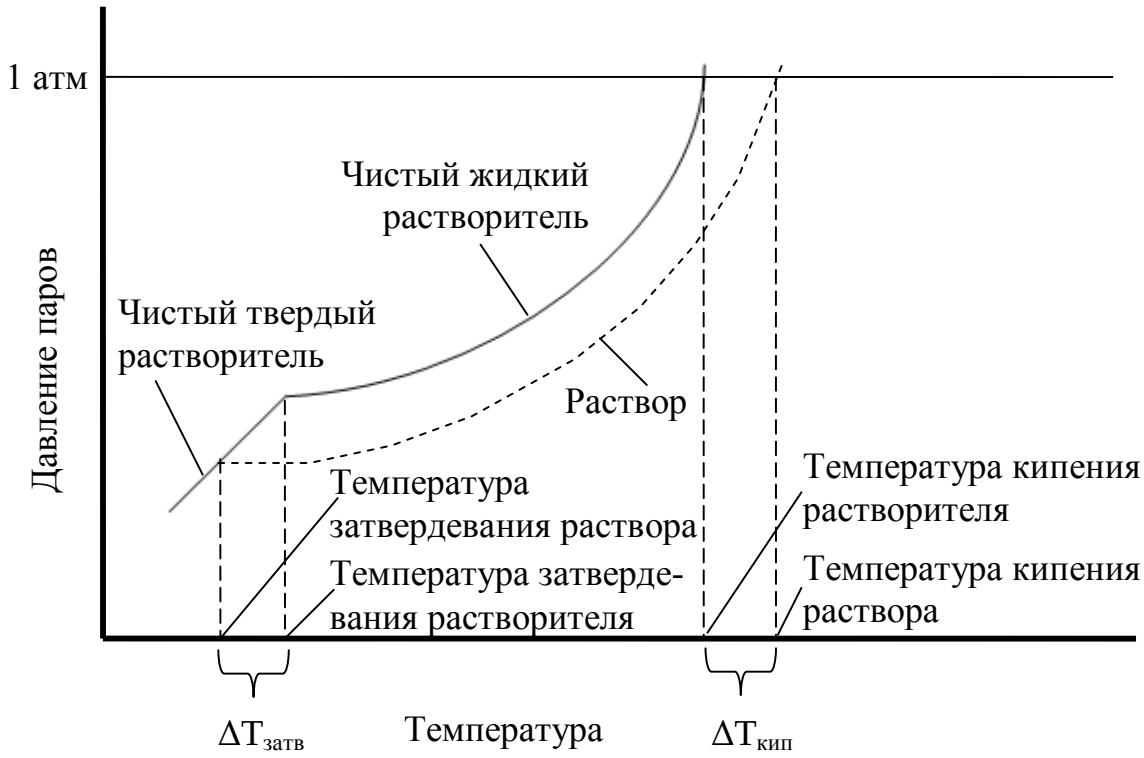


Рис. 5.1. Температурная зависимость парциального давления паров чистого растворителя и паров раствора нелетучего вещества при постоянном атмосферном давлении

Степень повышения температуры кипения и понижения температуры замерзания разбавленного раствора не зависит от природы растворенного вещества, а обусловлена только числом растворенных частиц в определенном количестве растворителя, что подчиняется закону Рауля: **понижение темпе-**

ратуры замерзания и повышение температуры кипения пропорциональны моляльной концентрации раствора:

$$\Delta T = K \cdot b,$$

где ΔT - понижение температуры замерзания или повышение температуры кипения раствора; К - коэффициент пропорциональности; b - моляльная концентрация.

Из формулы видно, что если для неэлектролита b = 1 моль/1000 г растворителя, то К = ΔT.

В случае замерзания раствора коэффициент К называется **криоскопической константой,** в случае кипения - **эбуллиоскопической константой.** Эти величины постоянны для конкретного растворителя. Например, для воды $К_{криоск.} = 1{,}86$, $К_{эбулл.} = 0{,}52$.

5.5.1. Примеры решения задач

Задача 1. Определите моляльную концентрацию примесей в технической уксусной кислоте, если она замерзает при 289,4 К, а ее криоскопическая константа равна 3,9. Температура замерзания чистой уксусной кислоты составляет 289,7 К.

Решение.

1) Определим понижение температуры замерзания уксусной кислоты в присутствии примесей:

$$\Delta T_{крист.} = T^0_{крист.} - T_{крист.} = 289{,}7 - 289{,}4 = 0{,}3 \text{ К}.$$

2) Рассчитаем содержание примесей в 1000 г технической уксусной кислоты:

$$m = \frac{\Delta T_{крист.}}{К_{крист.}} = \frac{0,3}{3,9} \approx 0,08 \text{ моль}.$$

Ответ: моляльная концентрация примесей в уксусной кислоте составляет величину 0,08 моль/кг.

Задача 2. При растворении 0,6 г вещества - неэлектролита в 25 г воды температура кипения раствора повышается на 0,204 К. При растворении 0,3 г этого же вещества в 20 г бензола температура кипения раствора повышается на 0,668 К. Определить эбуллиоскопическую постоянную бензола, если эбуллиоскопическая постоянная воды равна 0,512.

Решение.

1) Определим молярную массу растворенного в воде вещества:

$$M_2 = \frac{К_{эбулл.} \cdot m_2 \cdot 1000}{\Delta T_{кип.} \cdot m_1} = \frac{0,512 \cdot 0,6 \cdot 1000}{0,204 \cdot 25} = 60 \text{ г/моль}.$$

2) Рассчитаем эбуллиоскопическую постоянную бензола:

$$К_{эбулл.} = \frac{\Delta T_{кип.} \cdot M_2 \cdot m_1}{m_2 \cdot 1000} = \frac{0,668 \cdot 60 \cdot 20}{0,3 \cdot 1000} = 2,67.$$

Ответ: эбуллиоскопическая постоянная бензола равна 2,67.

Задача 3. Определить степень электролитической диссоциации хлорида натрия и хлорида кальция в 2,5 % - ных водных растворах. Температуры кристаллизации растворов составляют 271,61 К и 271,95 К соответственно. Криоскопическая постоянная для воды равна 1,85.

Решение.

1) Определим моляльные концентрации растворов:

$$m(NaCl) = \frac{\omega(NaCl)1000}{M(NaCl)\omega(N_2O)} = \frac{2,5 \cdot 1000}{58,5 \cdot 97,5} = 0,438 \text{ моль/кг.}$$

$$m(CaCl_2) = \frac{\omega(CaCl_2)1000}{M(CaCl_2)\omega(H_2O)} = \frac{2,5 \cdot 1000}{111 \cdot 97,5} = 0,231 \text{ моль/кг.}$$

2) Рассчитаем изотонические коэффициенты для этих растворов:

$$i = \frac{\Delta T_{крист.}}{К_{криоск.} \cdot m}; i(NaCl) = \frac{273,15 - 271,61}{1,85 \cdot 0,438} = 1,901; i(CaCl_2) = \frac{273,15 - 271,95}{1,85 \cdot 0,231} = 2,808.$$

3) Рассчитаем степень электролитической диссоциации веществ, принимая во внимание, что молекула NaCl диссоциирует на два иона ($\nu = 2$), а молекула $CaCl_2$ – на три ($\nu = 3$):

$$i = \alpha(\nu - 1) + 1; \quad \alpha(NaCl) = \frac{1,901 - 1}{2 - 1} = 0,901 \ (90,1\%); \ \alpha(CaCl_2) = \frac{2,808 - 1}{3 - 1} = 0,904.$$

Ответ: $\alpha(NaCl) = 90,1$ %, $\alpha(CaCl_2) = 90,4$ %.

5.5.2. Задачи для самостоятельного решения

1. Температура кипения бензола равна 80,1 °С. Его молярная теплота испарения составляет 30,77 кДж/моль. Определить температуру кипения раствора, содержащего 0,01 молярную долю нелетучего вещества в бензоле. Ответ: 80,44 °С.

2. Температура кипения сероуглерода 46,20 °С. Его эбуллиоскопическая постоянная составляет 2,3. В 50 г сероуглерода растворено 0,9373 г бензойной кислоты. Полученный раствор имеет температуру кипения 46,39 °С. Опре-

делить молярную массу бензойной кислоты в сероуглероде. Ответ: 226,9 г/моль.

3. Раствор, содержащий в 42 г бензола 0,5 г нелетучего растворенного вещества с молярной массой 182 г/моль, кипит при 80,27 °С. Температура кипения чистого бензола 80,1 °С. Определить молярную теплоту испарения бензола. Ответ: 31,19 кДж/моль.

4. Сколько граммов глицерина необходимо добавить к 1,0 кг воды, чтобы раствор не замерзал до минус 0,5 °С? Криоскопическая постоянная воды равна 1,86. Ответ: 24,75 г.

5. Раствор, содержащий 1,5 г КС1 в 100 г воды, замерзает при - 0,684 °С. Определить изотонический коэффициент и давление паров воды над этим раствором при 25 °С. Давление паров чистой воды при 25 °С равно 23,76 мм рт. ст. Ответ: i = 1,83; $p(H_2O)$ = 23,60 мм рт. ст.

6. Технический диметиламин замерзает на 0,10 градуса ниже температуры плавления (180,97 °С) чистого вещества. Вычислить молярный процент примесей, считая, что твердых растворов не образуется. Теплота плавления чистого диметиламина 5941,28 Дж/моль. Ответ: 0,22 мол. %.

7. Температура замерзания водного раствора сахара равна - 0,216 °С. Вычислить осмотическое давление раствора при этой температуре, если $К_{зам}$ = 1,86, а плотность равна 1,01 г/см^3. Ответ: 2,54·10^5 Па.

5.6. ЗАВИСИМОСТЬ РАСТВОРИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ

Растворимость веществ в воде имеет особое значение в связи с той

большой ролью, которую вода играет в природе. Рассмотрим влияние, которое оказывают на растворимость температура и давление.

Растворимость газа в любом растворителе повышается при возрастании давления газа над поверхностью растворителя. В то же время растворимость, твердых и жидких веществ мало зависит от давления. Чтобы разобраться в причине влияния давления на растворимость газов, рассмотрим равновесие, устанавливающееся при их растворении.

Рассмотрим систему, представляющую собой цилиндр с поршнем. В цилиндре находится конденсированное жидкое вещество и его пары. С установлением равновесия скорость перехода молекул пара (газа) в жидкость и скорость перехода молекул из жидкости в газовую фазу уравниваются.

Допустим, что на поршень оказывают дополнительное давление и в результате происходит сжатие газа над раствором. Если объем газа над раствором уменьшится вдвое по сравнению с исходным объемом, давление газа должно возрасти приблизительно вдвое по сравнению с исходным давлением. Но это означает, что частота столкновений молекул газа с поверхностью раствора и, следовательно, скорость их перехода в раствор также возрастают в два раза. В результате растворимость газа должна увеличиваться до тех пор, пока вновь не установится равновесие, другими словами, до тех пор, пока скорость перехода молекул газа в раствор не уравняется со скоростью перехода растворенных молекул из раствора в газовую фазу. Таким образом, растворимость газа должна возрастать пропорционально его давлению. Соотношение между давлением газа и его растворимостью выражается простым уравнением, которое носит название «**закон Генри**»:

$$C(X) = k \cdot p(X),$$

где C(X) - концентрация газа в жидкой фазе; p(X) - давление газа над раствором; k - коэффициент пропорциональности (постоянная Генри).

В качестве примера укажем, что растворимость чистого газообразного азота в воде при 25 °С и давлении $7{,}9 \cdot 10^4$ Па равна $5{,}3 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Если удвоить парциальное давление газа, то, согласно закону Генри, растворимость азота в воде также удвоится и составит $1{,}06 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Закономерное уменьшение растворимости газов с повышением температуры имеет место в природе. Так, уменьшение растворимости O_2 в воде с повышением температуры - один из нежелательных эффектов, вызываемых «тепловым загрязнением» водоемов. Этот эффект имеет особенно серьезное значение для глубоких озер. Плотность теплой воды меньше плотности холодной воды, поэтому теплая вода остается на поверхности и не перемешивается с холодной. Это затрудняет растворение кислорода в глубоких слоях воды и, таким образом, отрицательно влияет на все формы жизни в воде.

Отметим, что растворимость большинства твердых веществ повышается с ростом температуры. Влияние температуры на растворимость зависит от изменения энтальпии, которым сопровождается процесс растворения. Если растворение веществ представляет собой эндотермический процесс, то растворимость этих веществ повышается с ростом температуры. Это можно понять, если воспользоваться принципом Ле Шателье - Брауна: если равновесие в системе нарушается в результате изменения температуры, положение равновесия системы смещается таким образом, чтобы противодействовать этому изменению.

Рассмотрим раствор, который находится в равновесии с не полностью растворившимся твердым веществом. Допустим, что процесс растворения протекает эндотермически, т. е. сопровождается поглощением теплоты из окружающей среды. В условиях равновесия справедливо следующее уравнение: растворенное вещество + растворитель + теплота $\leftrightarrow$ раствор.

Если в рассматриваемую систему поступает теплота, то, согласно принципу Ле Шателье - Брауна, равновесие сместится в таком направлении, чтобы уменьшить влияние поступления теплоты. Следовательно, оно сме-

стится в направлении, которое соответствует поглощению теплоты, т. е. вправо. Таким образом, повышение температуры системы, означающее поступление в нее теплоты, приводит к возрастанию растворимости. Если же растворение сопровождается выделением теплоты (экзотермический процесс), повышение температуры должно вызывать уменьшение растворимости.

5.7. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ТРУДНОРАСТВОРИМОГО ВЕЩЕСТВА

Рассмотрим гетерогенное химическое равновесие, возникающее в растворах при частичном растворении труднорастворимых веществ.

Для того чтобы между твердым веществом и его раствором установилось равновесие, раствор должен быть насыщенным и находиться в соприкосновении с не полностью растворившимся веществом. В качестве примера рассмотрим насыщенный раствор магнезита, находящийся в контакте с твердым $MgCO_3$. Химическое уравнение этого равновесия имеет вид:

$$MgCO_3\downarrow \leftrightarrow Mg^{2+} + CO_3^{2-}.$$

Следовательно, в насыщенном растворе труднорастворимого электролита протекают два взаимно противоположных процесса: растворение, т. е. переход ионов из осадка в раствор, и кристаллизация – переход ионов из раствора в осадок.

Выражение для константы равновесия при растворении $MgCO_3$ имеет вид:

$$K_c = \frac{C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-})}{C(MgCO_3)}. \qquad (5.3)$$

Так как концентрация твердого вещества есть величина постоянная, можно домножить обе части выражения (5.3) на концентрацию $MgCO_3$. Тогда получим:

$$K_c \cdot C(MgCO_3) = const = C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-}). \qquad (5.4)$$

Постоянная в полученном выражении (5.4) называется **произведением растворимости** и обозначается ПР:

$$ПР(MgCO_3) = C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-}).$$

При диссоциации труднорастворимого вещества не на два, а на большее число ионов, последнее необходимо учитывать. В подобном случае произведение растворимости равно произведению молярных концентраций ионов, на которые диссоциирует вещество, каждая из которых возведена в степень, равную стехиометрическому коэффициенту при соответствующем ионе в уравнении равновесия.

Если произведение концентраций ионов в растворе труднорастворимого вещества достигает величины его произведения растворимости при данной температуре, то раствор становится насыщенным относительно этого электролита. Наоборот, если произведение концентраций ионов в растворе меньше произведения растворимости, раствор будет ненасыщенным и вещество перейдет в раствор. Понятно, что, если произведение концентраций ионов в растворе по какой - либо причине окажется больше произведения растворимости, раствор станет пересыщенным и из него выделится осадок.

Следовательно, в случае $MgCO_3$ имеем:

в ненасыщенном растворе $C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-}) < ПР(MgCO_3)$,

в насыщенном растворе $C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-}) = ПР(MgCO_3)$,

в пересыщенном растворе $C(Mg^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-}) > ПР(MgCO_3)$.

Поскольку произведение концентраций ионов в насыщенном растворе труднорастворимого вещества величина постоянная, то при увеличении концентрации одного из ионов концентрация другого иона должна уменьшаться за счет выпадения части вещества из раствора в осадок. Образование осадка будет продолжаться до тех пор, пока произведение концентраций ионов в растворе не станет равным произведению растворимости.

Рассмотрим вопрос о влиянии избытка реактива на количество осаждающихся ионов. С этой целью проанализируем ситуацию, когда к раствору $CaC1_2$ добавляют эквивалентное количество Na_2SO_4. Часть ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-}, соответствующая произведению растворимости $C(Ca^{2+})\cdot C(SO_4^{2-}) = ПР(CaSO_4)$ останется в растворе. Прибавим к раствору еще небольшое количество Na_2SO_4. Концентрация SO_4^{2-} над осадком $CaSO_4$ увеличится, но так как произведение концентрации ионов должно оставаться постоянным, то часть ионов $Ca^{2+,}$ соответствующая избытку SO_4^{2-}, из раствора вновь выпадет в осадок. Чем больше мы прибавим Na_2SO_4, тем больше станет концентрация SO_4^{2-} в растворе и тем меньше в нем останется неосажденных ионов Ca^{2+}.

Таким образом, **дополнительное введение в раствор труднорастворимого вещества ионов, образующихся при его диссоциации, понижает растворимость труднорастворимого вещества, и, следовательно, повышает полноту его осаждения.**

Теперь рассмотрим другой важный вопрос: как повысить растворимость труднорастворимых соединений?

Допустим, требуется перевести в раствор осадок $Be(OH)_2$. Напомним, что раствор, находящийся в соприкосновении с осадком, является насыщенным. В таком растворе:

$$C(Be^{2+})\cdot C^2(OH^-) = ПР(Be(OH)_2).$$

Прибавим к раствору соляную кислоту. При диссоциации HC1 образуются ионы H^+. Эти ионы, взаимодействуя в растворе с ионами OH^- раство-

рившейся части $Be(OH)_2$, будут связывать их в недиссоциированные молекулы H_2O. Поэтому произведение $C(Be^{2+})\cdot C^2(OH^-)$ станет меньше $ПР(Be(OH)_2)$, т. е. раствор окажется ненасыщенным относительно $Be(OH)_2$. Согласно принципу Ле Шателье - Брауна, для восстановления нарушенного равновесия часть осадка $Be(OH)_2$ перейдет в раствор. При этом произведение $C(Be^{2+})\cdot C^2(OH^-)$ вновь станет равным $ПР(Be(OH)_2)$. Если прибавление кислоты продолжать, то равновесие между осадком и ионами в растворе будет все время нарушаться, и все новые и новые порции осадка будут переходить в раствор. Это будет продолжаться до тех пор, пока весь осадок не растворится.

Таким образом, **чтобы растворить осадок, нужно уменьшить концентрацию хотя бы одного из ионов, образующихся при диссоциации труднорастворимого вещества.** Этого можно достичь, связывая один из ионов, на которые диссоциирует труднорастворимое вещество, либо в слабодиссоциирующее соединение, либо в еще менее растворимое или в газообразное вещество.

С величиной произведения растворимости связано решение многих практических задач, касающихся образования или растворения осадков. По величине произведения растворимости электролита можно вычислить его растворимость и, наоборот, зная растворимость вещества, можно подсчитать величину его произведения растворимости. Рассмотрим несколько примеров.

Задача 1. Выяснить, образуется ли осадок AgC1, если к 5 мл 0,1 М раствора $AgNO_3$ прибавить 5 мл 0,1 М раствора HC1? $ПР(AgCl) = 1{,}56\cdot10^{-10}$.

Решение.

Чтобы ответить на поставленный вопрос, необходимо предварительно подсчитать $C(Ag^+)$ и $C(Cl^-)$. Если произведение $C(Ag^+)\cdot C(Cl^-)$ будет больше, чем ПР(AgCl), осаждение произойдет.

При смешивании исходных растворов происходит удвоение объема, поэтому концентрация каждого иона уменьшается до половины первоначальной величины, т. е. $C(Ag^+)$ и $C(Cl^-)$ станут по 0,1/2 = 0,05 моль/л. Следо-

вательно, $C(Ag^+)\cdot C(Cl^-) = 0{,}05\cdot 0{,}05 = 2{,}5\cdot 10^{-3}$. $2{,}5\cdot 10^{-3} > 1{,}56\cdot 10^{-10}$.

Поскольку произведение концентраций ионов оказалось больше ПР, то раствор пересыщен в отношении растворенной соли, и часть ее выпадает в осадок.

Ответ: Осадок AgC1 в указанных условиях образуется.

Задача 2. Растворимость сульфата серебра при комнатной температуре составляет $2{,}68\cdot 10^{-2}$ моль/л. Определить ПР(Ag_2SO_4).

Решение.

$$Ag_2SO_4\downarrow \leftrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{2-}.$$

$$ПР(Ag_2SO_4) = C^2(Ag^+)\cdot C(SO_4^{2-}).$$

1) Определим молярные концентрации ионов:

$C(Ag^+) = 2C(Ag_2SO_4)$, $C(SO_4^{2-}) = C(Ag_2SO_4)$.

2) Рассчитаем произведение растворимости соли:

$ПР(Ag_2SO_4) = C^2(Ag^+)\cdot C(SO_4^{2-}) = 4\cdot C^3(Ag_2SO_4) = 4\cdot(2{,}68\cdot 10^{-2})^3 = 7{,}70\cdot 10^{-5}$.

Ответ: $ПР(Ag_2SO_4) = 7{,}70\cdot 10^{-5}$.

Ввиду того, что абсолютно не растворимых в воде веществ нет, ни один из ионов никогда не может быть осажден из раствора полностью; часть осаждаемых ионов остается в растворе. Поэтому при осаждении того или иного иона надо подбирать такой реактив, который давал бы с осаждаемым ионом осадок с наименьшим произведением растворимости.

Задача 3. Какой ион, CrO_4^{2-} или SO_4^{2-}, полнее осаждает ионы Pb^{2+} из раствора? $ПР(PbCrO_4) = 1{,}8\cdot 10^{-14}$, $ПР(PbSO_4) = 1{,}6\cdot 10^{-8}$.

Решение.

$ПР(PbCrO_4) <$ $ПР(PbSO_4)$, следовательно, ион CrO_4^{2-} более полно осаждает ион Pb^{2+}. Подтвердим это соответствующими расчетами.

1) Определим молярную концентрацию ионов свинца в насыщенном растворе $PbCrO_4$:

$$PbCrO_4 \leftrightarrow Pb^{2+} + CrO_4^{2-},$$

$$ПР(PbCrO_4) = C(Pb^{2+})\cdot C(CrO_4^{2-}) = C^2(Pb^{2+}),$$

$$C(Pb^{2+}) = \sqrt{ПР(PbCrO_4)} = \sqrt{1{,}8\cdot 10^{-14}} = 1{,}34\cdot 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

2) Определим молярную концентрацию ионов свинца в насыщенном растворе $PbSO_4$:

$$PbSO_4 \leftrightarrow Pb^{2+} + SO_4^{2-},$$

$$ПР(PbSO_4) = C(Pb^{2+})\cdot C(SO_4^{2-}) = C^2(Pb^{2+}),$$

$$C(Pb^{2+}) = \sqrt{ПР(PbSO_4)} = \sqrt{1{,}6\cdot 10^{-8}} = 1{,}26\cdot 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

3) Таким образом, концентрация ионов Pb^{2+} в насыщенном растворе $PbCrO_4$ в $1{,}26\cdot 10^{-4}/1{,}34\cdot 10^{-7} = 940$ раз меньше, чем в насыщенном растворе $PbSO_4$.

Ответ: ион CrO_4^{2-} более полно осаждает ион Pb^{2+}.

5.8. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Определить растворимость Ag_2S в г/л, если $ПР(Ag_2S) = 1{,}1\cdot 10^{-49}$.
2. Растворимость $BaCO_3$ в воде составляет $8{,}4\cdot 10^{-5}$ моль/л. Вычислить $ПР(BaCO_3)$.
3. Концентрация Fe^{2+} в насыщенном растворе FeS равна $6{,}0\cdot 10^{-10}$ моль/л. Вычислить ПР(FeS).
4. Определить $ПР(Ag_2CrO_4)$, если растворимость данной соли равна

$2{,}6 \cdot 10^{-2}$ г/л.

5. ПР(MgC_2O_4) = $8{,}1 \cdot 10^{-5}$. Определить концентрацию ионов Mg^{2+} (г/л) в насыщенном растворе соли.

6. Растворимость Ag_2SO_4 равна $2{,}7 \cdot 10^{-2}$ М. Найти ПР(Ag_2SO_4).

7. Определить концентрацию ионов Ba^{2+} (г/л) в насыщенном растворе $Ba(BrO_3)_2$. ПР($Ba(BrO_3)_2$) = $3{,}2 \cdot 10^{-5}$.

8. ПР(SrC_2O_4) = $6{,}25 \cdot 10^{-8}$. Найти растворимость соли в г/л.

9. Концентрация ионов F^- в насыщенном растворе CaF_2 равна $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Найти ПР(CaF_2).

10. ПР($CaCO_3$) = $4{,}9 \cdot 10^{-9}$. Найти растворимость $CaCO_3$ в г/л.

11. К 20 мл 0,02 н. раствора $BaCl_2$ прибавили 20 мл 0,001 М раствора $Na_2C_2O_4$. Выпадет ли осадок, если ПР(BaC_2O_4) = $4{,}1 \cdot 10^{-6}$?

12. Выпадет ли осадок, если к 20 мл 0,01 н. раствора $AgNO_3$ прибавить 20 мл 0,01 М раствора NaCl? ПР(AgCl)=$1{,}7 \cdot 10^{-10}$.

13. Выпадет ли осадок при смешивании равных объёмов 0,01 н. растворов $AgNO_3$ и $K_2Cr_2O_7$? ПР($Ag_2Cr_2O_7$) = $2{,}0 \cdot 10^{-7}$.

14. ПР(Tl_2CrO_4) = $1{,}0 \cdot 10^{-12}$. Образуется ли осадок, если к 0,001 н. раствору $TlNO_3$ прилить равный объём 0,04 н. раствора K_2CrO_4?

15. Выпадет ли осадок TlCl, если к 15 мл 0,01 М раствора $TlNO_3$ прибавить 15 мл 0,01 н. раствора KCl? ПР(TlCl) = $1{,}9 \cdot 10^{-4}$.

Глава 6
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

6.1. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Растворы (расплавы) веществ, проводящие электрический ток, называют **электролитами**. Важно, что законам Вант - Гоффа и Рауля подчиняются только растворы неэлектролитов (водные растворы таких органических соединений как сахар, спирты, глицерин, мочевина). Растворы электролитов в равных молярных концентрациях с растворами неэлектролитов показывают большее осмотическое давление, большее понижение давления пара и температуры замерзания, большее повышение температуры кипения.

Подобное поведение электролитов объяснил шведский физико-химик **Аррениус**. Он **предложил теорию электролитической диссоциации**, согласно которой молекулы растворенных веществ в водных растворах электролитов в большей или меньшей степени диссоциируют (распадаются) на самостоятельные заряженные частицы - ионы. Каждый электролит образует при диссоциации два рода ионов: положительно заряженные - **катионы** и отрицательно заряженные - **анионы**. Заряд иона соответствует его валентности. Во всех случаях диссоциации электролита сумма зарядов катионов равна сумме зарядов анионов. Поэтому раствор в целом электронейтрален. Электролитическая диссоциация - обратимый процесс. Следовательно, в растворе электролита, наряду с ионами, имеются и нераспавшиеся молекулы.

Из изложенного следует, что диссоциация электролита увеличивает общее число частиц в растворе в сравнении с неэлектролитом. Поэтому, если учитывать как самостоятельные частицы не только молекулы, но и ионы, то становится понятным, почему повышение осмотического давления, понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения раствора электролита оказываются значительно больше, чем у раствора неэлектролита

с такой же молярной концентрацией.

Согласно современным представлениям, электролитическая диссоциация происходит в результате взаимодействия ионов или полярных молекул вещества с полярными молекулами растворителя (рис. 6.1). При этом образуются сольваты (в водных растворах - гидраты) ионов (рис. 6.2). Соответствующий процесс сопровождается выделением энергии. Образование сольватов (гидратов) является основной причиной диссоциации электролитов на ионы.

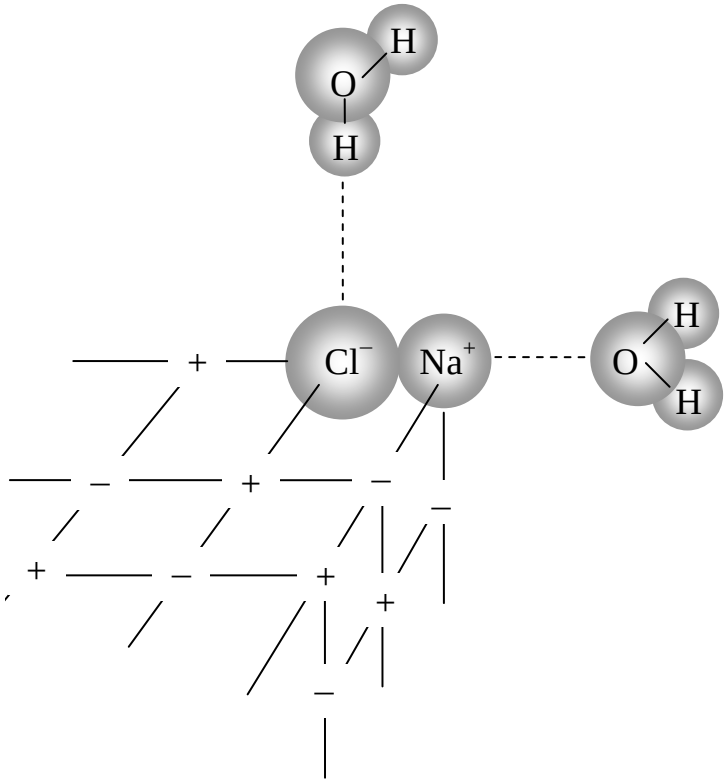


Рис. 6.1. Взаимодействие ионов NaCl с полярными молекулами H_2O

Природа превращений растворенного вещества в растворе самым тесным образом зависит от химических свойств этого вещества и растворителя. Растворитель, принимая непосредственное участие в химических превращениях растворенного вещества, оказывает влияние на механизм и глубину превращения последнего. Так, для того, чтобы разорвать связь между

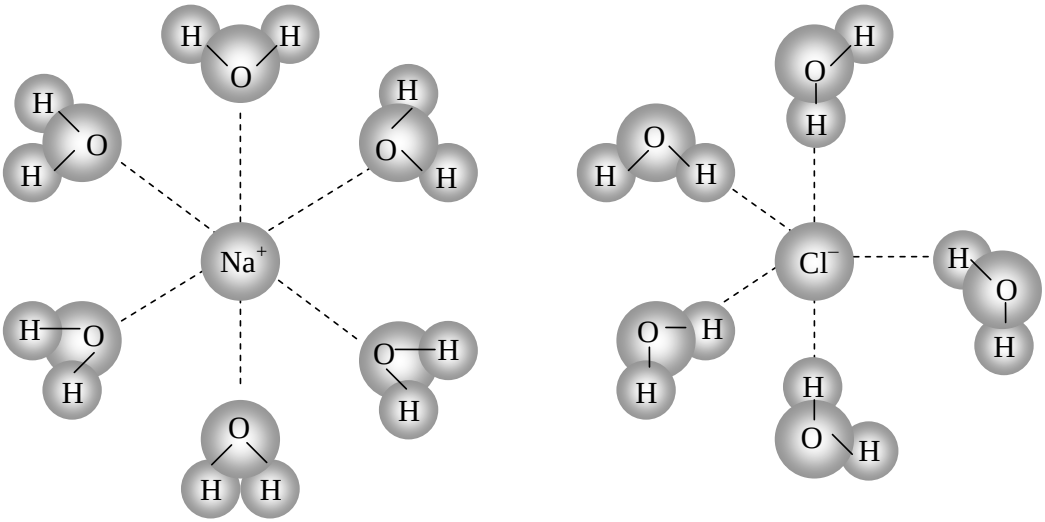


Рис. 6.2. Гидратированные ионы в растворе NaCl

катионами и анионами в 1 моле, например, NaCl, надо затратить 800 кДж. Откуда же берутся эти 800 кДж при растворении NaCl в воде?

Теплота гидратации иона Na^+ равна приблизительно 425 кДж/ моль, а иона Cl^- - приблизительно 350 кДж/моль. В сумме это составляет 775 кДж/моль - немногим меньше энергии кристаллической решетки NaCl (800 кДж/моль). Поэтому при растворении хлористого натрия в воде происходит охлаждение на 5 - 6 градусов по сравнению с ее исходной температурой.

Есть вещества, образование водных растворов которых наоборот, сопровождается выделением тепла. Например, растворение хлористого водорода в воде сопровождается довольно сильным разогреванием образующегося раствора. Действительно, энергия связи водорода и хлора в молекуле HCl равна 1360 кДж/моль. Теплота гидратации протона равна 1100 кДж/моль, что в сумме с теплотой гидратации иона Cl^- дает общую теплоту гидратации HC1 1450 кДж/моль, а это заметно больше энергии связи H - Cl. Вот почему при образовании раствора соляной кислоты и происходит заметное разогревание.

Для процесса растворения в воде соединений с ионной связью, в узлах кристаллической решетки которых находятся ионы, в общем виде можно за-

писать:

$$K^+A^- + xH_2O = K^+\cdot(H_2O)_y + A^-\cdot(H_2O)_{(x-y)},$$

где $K^+\cdot(H_2O)_y$ и $A^-\cdot(H_2O)_{(x-y)}$ - гидратированные катионы и анионы.

Распаду на ионы подвергаются также и вещества, состоящие из молекул с полярной ковалентной связью. В этом случае под действием полярных молекул воды происходит гетеролитический разрыв ковалентной связи: электронная пара, осуществляющая связь, целиком остается у одного из атомов. Таким образом полярная связь превращается в ионную, и молекула диссоциирует на гидратированные ионы.

На практике уравнения электролитической диссоциации обычно записывают без гидратирующих молекул воды, например:

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + 2OH^-,$$
$$Cr_2(SO_4)_3 = 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-},$$
$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-.$$

6.2. СТЕПЕНЬ И КОНСТАНТА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Согласно теории электролитической диссоциации, в растворах распадается на ионы только часть молекул электролита. Отношение числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу растворенных молекул называется **степенью электролитической диссоциации** α. Например, если в 1 л раствора содержится 0,05 моль азотистой кислоты и из них 0,001 моль диссоциирует на ионы, то степень диссоциации при этом составит: $\alpha = 0{,}001/0{,}05 = = 0{,}02$ или 2 %.

Степень электролитической диссоциации электролита может быть

определена различными методами: по электропроводности раствора, по понижению температуры замерзания раствора и т. д. При одинаковых условиях (одни и те же растворитель, концентрация раствора, температура, присутствие или отсутствие электролита с одноименным ионом) разные электролиты имеют различную степень диссоциации, зависящую от природы самого электролита.

По способности к диссоциации все электролиты делят на слабые и сильные. **Слабые электролиты** в растворах содержатся как в виде ионов, так и в виде недиссоциированных молекул. **Сильные электролиты** в растворе диссоциируют практически полностью. Принимают, что для слабых электролитов $\alpha < 2$ %, для сильных электролитов $\alpha > 30$ %.

С разбавлением раствора степень электролитической диссоциации слабого электролита увеличивается и, наоборот, при повышении концентрации - уменьшается. Степень диссоциации электролита зависит от температуры: с повышением температуры она увеличивается для электролитов, диссоциация которых сопровождается поглощением теплоты, и уменьшается для электролитов, процесс диссоциации которых сопровождается выделением теплоты.

На степень диссоциации электролита существенное влияние оказывает прибавление к его раствору сильного электролита с одноименным ионом. Например, к водному раствору плавиковой кислоты, в незначительной степени диссоциирующей по уравнению $HF \leftrightarrow H^+ + F^-$, прильем соляную кислоту HCl. Концентрация ионов водорода, являющихся одним из продуктов диссоциации HCl, сильно увеличится. Вследствие этого равновесие обратимого процесса диссоциации плавиковой кислоты сместится в сторону образования недиссоциированных молекул HF, степень ее диссоциации при этом понизится. Подобным же образом будут действовать и растворимые в воде соли плавиковой кислоты. При добавлении последних в растворе значительно возрастает концентрация анионов F^-, что также уменьшает степень диссоци-

ации HF.

Таким образом, **степень электролитической диссоциации слабого электролита значительно понижается при добавлении к его раствору сильного электролита с одноименным ионом.**

Диссоциация молекул слабых электролитов на ионы в растворах протекает как обратимый процесс. Например, диссоциация уксусной кислоты выражается уравнением: $CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$.

Как и во всяком обратимом процессе, в данном случае устанавливается равновесие между недиссоциированными молекулами кислоты CH_3COOH и ионами H^+, CH_3COO^-. Выразим в общем виде константу данного химического равновесия, обозначив ее $К_д$:

$$К_д = \frac{C(H^+) \cdot C(CH_3COO^-)}{C(CH_3COOH)} \ . \qquad (6.1)$$

$К_д$ в выражении (6.1) называется константой электролитической диссоциации.

Величина константы характеризует силу кислот и оснований. Чем она больше, тем сильнее электролит. Например, азотистая кислота ($К_д = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$) сильнее уксусной ($К_д = 1{,}82 \cdot 10^{-5}$).

6.2.1. Закон разбавления Оствальда

Основываясь на законе действия масс, можно вывести уравнение, связывающее константу диссоциации слабого электролита со степенью его диссоциации.

Так, если молярная концентрация уксусной кислоты равна С, а степень диссоциации составляет величину α, то концентрация каждого из ионов, об-

разующихся при диссоциации, будет равна αC, а концентрация недиссоциированных молекул CH_3COOH – (1 - α)C. Тогда выражение для константы диссоциации можно записать в следующем виде:

$$K_д = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{(1-\alpha)C} = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha} \ . \qquad (6.2)$$

Уравнение (6.2) выражает **закон разбавления Оствальда**, справедливый для растворов слабых бинарных электролитов, из одной молекулы которых при диссоциации образуется два иона. Это уравнение связывает между собой константу диссоциации электролита, степень диссоциации и концентрацию электролита. В несильно разбавленных растворах слабых электролитов степень диссоциации очень мала, поэтому величину (1 - α) можно принять равной единице. В этом случае предыдущая формула принимает более простой вид:

$$K_д = C\alpha^2, \text{ откуда } \alpha = \sqrt{\frac{K_д}{C}} \ . \qquad (6.3)$$

В соответствии с полученным выражением (6.3) закон разбавления Оствальда формулируется так: **степень электролитической диссоциации слабых бинарных электролитов обратно пропорциональна корню квадратному из их концентрации**. Закон разбавления позволяет вычислять степень диссоциации при различных концентрациях, если известна константа диссоциации электролита. Наоборот, определив степень диссоциации при какой - нибудь концентрации, несложно рассчитать константу диссоциации.

Константа диссоциации слабого электролита - величина постоянная и практически не зависит от концентрации раствора, а зависит только от температуры. Степень же диссоциации зависит от концентрации. С разбавлением раствора слабого электролита степень диссоциации увеличивается. Константа

электролитической диссоциации дает более общую характеристику электролита, чем степень диссоциации. Сильные электролиты не подчиняются этому закону. Для них $К_д$ с увеличением концентрации непрерывно возрастает.

6.3. АКТИВНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ИОНОВ

Даже в умеренно концентрированном растворе сильного электролита ионы находятся на таких достаточно близких расстояниях, что электростатическое взаимодействие оказывает заметное влияние на характер их движения. Одноименно заряженные ионы взаимно отталкиваются, а разноименно заряженные - взаимно притягиваются. В результате в растворе вокруг ионов создается определенное распределение ионов – «атмосфера» из частиц с противоположным зарядом. Эта атмосфера замедляет движение ионов в растворе, что ведет к уменьшению электропроводности раствора и создает впечатление неполной диссоциации электролита. Чем больше концентрация раствора, тем сильнее электростатическое взаимодействие ионов, тем меньше скорость передвижения их в электрическом поле и тем меньше будет электропроводность раствора.

Аналогичным образом межионные силы влияют и на другие свойства раствора электролита, зависящие от концентрации ионов. Повышение концентрации раствора приводит к изменению свойств раствора в том же направлении, как действовало бы частичное соединение ионов в молекулы, т. е. уменьшает степень диссоциации. Поэтому, измеряя электропроводность, определяют лишь кажущуюся степень диссоциации. Так, например, степень диссоциации в 0,1 н. растворе HC1, вычисленная по электропроводности, составляет 84 % от действительной, которая наблюдалась бы в этом растворе при отсутствии взаимодействия ионов друг с другом.

Для учета влияния электростатического взаимодействия ионов на химические и физические свойства растворов сильных электролитов, истинную

концентрацию ионов С заменяют активностью **а** – условной эффективной концентрацией. **Активность выражает концентрацию ионов в растворе данного электролита с учетом влияния взаимодействия ионов, гидратации и других эффектов.** Между активностью и действительной концентрацией ионов существует зависимость:

$$a = f \cdot C,$$

где f – коэффициент активности, учитывающий взаимодействие ионов в растворе электролита.

Коэффициент активности обычно меньше единицы. В очень разбавленных растворах сильных электролитов ($C < 1 \cdot 10^{-4}$ моль/л) коэффициент активности принимают равным единице. В этом случае $a = C$.

Коэффициент активности данного иона в растворе, содержащем несколько различных видов ионов, зависит от концентраций и зарядов всех ионов. Мерой межионного взаимодействия между всеми ионами является **ионная сила раствора**. Ионной силой раствора называется величина μ, численно равная полусумме произведений концентрации каждого иона на квадрат его заряда:

$$\mu = ½(z_1^2C_1 + z_2^2C_2 + z_3^2C_3 + \ldots),$$

где z - заряд иона.

Например, для раствора, содержащего в 1 л 0,01 моль $CaCl_2$ и 0,1 моль Na_2SO_4, ионная сила равна: $\mu = 1/2(0{,}01 \cdot 2^2 + 0{,}02 \cdot 1^2 + 0{,}2 \cdot 1^2 + 0{,}1 \cdot 2^2) = 0{,}33$.

По величине ионной силы раствора можно рассчитать коэффициент активности иона: $\lg f = -0{,}5z^2\sqrt{\mu}$. Коэффициент активности с увеличением ионной силы раствора уменьшается. В растворах с одинаковой ионной силой коэффициенты активности ионов равны между собой.

6.4. СОЛЕВОЙ ЭФФЕКТ

Выше отмечено, если в растворе электролита коэффициент активности $f < 1$, то на движение ионов оказывает влияние их электростатическое взаимодействие. В этом случае во все уравнения на основе закона действующих масс, включая выражение произведения растворимости, вместо концентрации надо подставлять меньшую по величине активность.

Произведем соответствующую замену на примере минерала кальцита, состав которого соответствует химической формуле малорастворимого карбоната кальция $CaCO_3$:

$$CaCO_3\downarrow \leftrightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}.$$

$$ПР(CaCO_3) = a(Ca^{2+})\cdot a(CO_3^{2-}) = f(Ca^{2+})\cdot C(Ca^{2+})\cdot f(CO_3^{2-})\cdot C(CO_3^{2-}).$$

Преобразуем полученное выражение произведения растворимости кальцита:

$$C(Ca^{2+})\cdot C(CO_3^{2-}) = \frac{ПР(CaCO_3)}{f(Ca^{2+})\cdot f(CO_3^{2-})}. \qquad (6.4)$$

Числитель дроби в правой части выражения (6.4) является постоянной величиной, зависящей только от температуры. Знаменатель же этого отношения уменьшается с ростом ионной силы раствора. В свою очередь, ионная сила раствора растет при добавлении любого сильного электролита. С уменьшением знаменателя будет расти правая часть анализируемого выражения, и, соответственно, вырастет произведение молярных концентраций ионов, образующихся при дисссоциации кальцита в насыщенном растворе. Последнее означает рост растворимости труднорастворимого вещества при введении в его раствор каких - либо сильных электролитов. Явление носит название «**солевой эффект**».

Одним из наиболее важных природных равновесий с участием кальцита является образование твердого $CaCO_3$ в морской воде. Равновесие между твердым $CaCO_3$ и ионами Ca^{2+} и CO_3^{2-} , находящимися в океанической воде, имеет важное значение для развития многих морских организмов и формирования отложений на морском дне. Произведение растворимости $CaCO_3$ в морской воде при 20 °С имеет величину $6{,}0 \cdot 10^{-7}$, тогда как в пресной воде при этой температуре оно составляет $2{,}8 \cdot 10^{-9}$. Равновесие растворения $CaCO_3$ в морской воде смещено в сторону большей растворимости из-за влияния других ионов (солевой эффект), присутствующих в воде. Более чем 100-кратное увеличение растворимости $CaCO_3$ в морской воде обусловлено межионным взаимодействием в водной среде с высокой концентрацией ионов.

На глубинах, не превышающих 1 км, океан пересыщен карбонатом кальция $CaCO_3$. Это означает, что ионное произведение $C(Ca^{2+}) \cdot C(CO_3^{2-})$ больше произведения растворимости $CaCO_3$. Однако скорость удаления

$CaCO_3$ в результате осаждения или образования раковин моллюсков и скелетных тканей морских организмов очень невелика. На больших глубинах, где концентрация Ca^{2+} снижается, океаническая вода оказывается ненасыщенной в отношении $CaCO_3$. После гибели морских организмов их карбонатные скелеты, образовавшиеся вблизи поверхности, опускаются на большую глубину и растворяются там. На глубинах, превышающих 3 - 4 км, в отложениях морского дна содержится очень мало $CaCO_3$.

6.5. ЖЕСТКОСТЬ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

В земной коре распространены минералы, содержащие кальций и магний. Поэтому соответствующие ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} практически всегда присутствуют в природной воде.

Отметим, что минералы отмеченных металлов, как правило, малорастворимы. Однако вода содержит диоксид углерода, поглощенный из атмо-

сферного воздуха. Это служит причиной образования хорошо растворимых кислых солей (преимущественно гидрокарбонатов) кальция и магния: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$.

Природная вода, содержащая растворенные соли, называется жесткой водой, в противоположность мягкой воде, не содержащей этих солей или содержащей их мало.

Количественной мерой содержания в воде солей является жесткость воды (Ж). Различают карбонатную, некарбонатную и общую жесткость.

Карбонатная жесткость $Ж_к$ обусловлена содержанием гидрокарбонатов кальция и магния.

Некарбонатная жесткость $Ж_н$ связана с содержанием в воде хлоридов, сульфатов и других (кроме гидрокарбонатов) солей кальция и магния.

Общая жесткость $Ж_{общ.}$ определяется общим содержанием солей:

$$Ж_{общ.} = Ж_к + Ж_н.$$

При длительном кипячении воды выделяется диоксид углерода и выпадает осадок, включающий ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}, вследствие чего жесткость уменьшается:

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O,$$
$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O,$$
$$2Mg(HCO_3)_2 = (MgOH)_2CO_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + H_2O.$$

Карбонатную жесткость полностью устранить кипячением нельзя, т. к. растворимость $CaCO_3$ составляет 0,01 г/л, а $(MgOH)_2CO_3$ - 0,04 г/л. Поэтому дополнительно употребляют термин **«устранимая или временная жесткость»**. Временная жесткость определяется количеством гидрокарбонатов, удаляемых из воды при кипячении в течение 1 ч. Оставшаяся после кипячения

воды жесткость называется постоянной жесткостью.

Жесткость воды выражают суммарным количеством эквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 л воды (размерность миллимоль эквивалентов/литр [ммоль экв./л]). Например, один миллимоль эквивалентов жесткости отвечает содержанию в 1 л воды 20,04 мг ионов Ca^{2+}:

$$m(Ca^{2+}) = M(Э(Ca^{2+}))\cdot n(Ca^{2+})\cdot 10^{-3} = M(Ca^{2+})\cdot f_э(Ca^{2+})\cdot n(Ca^{2+})\cdot 10^{-3} =$$
$$= 40{,}08\cdot 1/2\cdot 1\cdot 10^{-3} = 20{,}04 \text{ мг}$$

или 12,16 мг ионов Mg^{2+} :

$$m(Mg^{2+}) = M(Э(Mg^{2+}))\cdot n(Mg^{2+})\cdot 10^{-3} = M(Mg^{2+})\cdot f_э(Mg^{2+})\cdot n(Mg^{2+})\cdot 10^{-3} =$$
$$= 24{,}31\cdot 1/2\cdot 1\cdot 10^{-3} = 12{,}16 \text{ мг.}$$

Вода с жесткостью менее 4 ммоль экв./л характеризуется как мягкая, от 4 ммоль экв./л до 8 ммоль экв./л - средней жесткости, от 8 ммоль экв./л до 12 ммоль экв./л - жесткая и выше 12 ммоль экв./л - очень жесткая.

6.6. УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

Часто воду приходится подвергать дополнительной обработке, чтобы снизить в ней концентрацию ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, вызывающих жесткость воды. Обычно это необходимо для воды из подземных источников, где она достаточно долго соприкасается с известняком $CaCO_3$, доломитом $CaCO_3\cdot MgCO_3$ и другими минералами.

При нагревании воды, содержащей Ca^{2+} и HCO_3^- - ионы, из нее выделяется часть диоксида углерода. В результате этого происходит образование нерастворимого карбоната кальция и в водонагревательных устройствах накапливаются его отложения (накипь). Твердый $CaCO_3$ покрывает поверх-

ность водонагревательных систем, что снижает их теплопроводность. Особенно много накипи откладывается на стенках бойлеров, где вода нагревается под давлением в трубках, обвивающих печь. Образование накипи снижает эффективность теплопередачи и может привести к плавлению трубок.

Также ионы Ca^{2+} реагируют с мылами, образуя нерастворимые вещества. Хотя при их взаимодействии с синтетическими моющими средствами не образуется нерастворимых осадков, указанные ионы неблагоприятно влияют на эффективность действия синтетических моющих средств.

Для умягчения воды применяют методы осаждения и ионного обмена. Путем осаждения катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} переводят в малорастворимые соединения, выпадающие в осадок. Это достигается либо кипячением воды, либо химическим путем - введением в воду соответствующих реагентов. При кипячении гидрокарбонаты кальция и магния превращаются в нерастворимые карбонаты, в результате чего устраняется только карбонатная жесткость.

При химическом методе осаждения чаще всего в качестве осадителя пользуются известью или содой. При этом в осадок переводятся все соли кальция и магния.

Для устранения жесткости используют специальные ионнообменные материалы - неорганические и органические вещества, способные к обмену ионов и называемые ионитами. Эти вещества делят на катиониты и аниониты, предназначенные для обмена катионов и анионов. Иониты не растворимы в воде. Их пространственная структура представляет собой трехмерный каркас, содержащий потенциалопределяющие ионы. С ними электростатическими силами связаны противоионы, способные к обмену на другие ионы.

Для обработки воду пропускают через слой катионита. При этом катионы кальция и магния, находящиеся в воде, обмениваются на катионы натрия, содержащиеся в применяемом катионите. В некоторых случаях требуется удалить из воды не только катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, но и другие катионы и анионы. В таких случаях воду пропускают последовательно через катионит, содержащий в обменной форме водородные ионы, и анионит, содержащий гид-

роксид - ионы. В итоге вода освобождается как от катионов, так и от анионов солей. Такая обработка воды называется обессоливанием.

6.6.1. Задачи для самостоятельного решения

1. Чему равна жесткость 1 % - ного раствора сульфата магния? (ρ = 1 г/см^3). Ответ: 166,2 ммоль экв./л.

2. При упаривании одного литра воды из подземного источника было получено 13,6 мг гипса ($CaSO_4$). Чему равна жесткость этой воды? Ответ: 0,2 ммоль экв./л.

3. Чему равна жесткость раствора, содержащего в 10 л 200 мг сульфата кальция и 100 мг сульфата магния? Ответ: 0,46 ммоль экв./л.

4. Сколько граммов $MgCl_2$ содержится в 5 л раствора, имеющего жесткость 7,14 ммоль экв./л. Какова эквивалентная концентрация (нормальность) этого раствора? Ответ: 1,7 г ; 0,00714 н.

5. Чему равна жесткость природной воды, содержащей Ca^{2+} - 41,65 мг/л; Mg^{2+}- 23,60 мг/л; Na^+ - 2,2 мг/л? Ответ: 4,02 ммоль экв./л.

6. Чему равна жесткость 0,1 н. раствора хлористого кальция? Ответ: 100 ммоль экв./л.

7. Какова постоянная и карбонатная жесткость воды, если в ней содержится: Ca^{2+} - 0,112 г/л; Mg^{2+} - 0,0632 г/л; SO_4^{2-} - 0,236 г/л; Cl^- - 0,1653 г/л и ионы HCO_3^- ? Ответ: 9,57 ммольэкв/л; 1,23 ммоль экв./л.

8. Какова общая и карбонатная жесткость воды, если при анализе одного литра данной воды установлено следующее содержание ионов: Ca^{2+} - 0,1111 г; Mg^{2+} - 0,0605 г; SO_4^{2-} - 0,0985 г; Cl^- - 0,1418 г? Ответ: 10,52 ммоль экв./л; 4,48 ммоль экв./л.

Глава 7
РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Протекающие в растворах электролитов реакции ионного обмена подчиняются общему правилу, сформулированному ниже:

реакции ионного обмена в растворах электролитов протекают в направлении образования наименее диссоциирующих соединений, труднорастворимых и газообразных веществ, т. е. в направлении образования:

- слабых кислот,
- слабых оснований,
- воды,
- осадков,
- газообразных (летучих) веществ.

Молекулы этих веществ в реакциях ионного обмена на ионы не расписывают

Рассмотрим соответствующие реакции более подробно с учетом классификации электролитов (таблица 7.1).

7.1. РЕАКЦИЯ СОЛИ С СОЛЬЮ

Реакция соли с солью протекает, когда исходные соли растворимы, а одна из вновь образующихся выпадает в осадок. Реакция возможна и в том случае, если одна из исходных солей является труднорастворимой, но при этом вновь образующаяся соль характеризуется еще меньшей растворимостью.

Методика составления уравнений реакций ионного обмена может быть следующей. Например, рассмотрим взаимодействие растворов двух солей – хлорида натрия и бромида калия. Учитывая, что на первом месте в формулах

Таблица 7.1

Классификация электролитов

Электролиты			
сильные		слабые	
Кислоты	Основания	Кислоты	Основания
H_2SO_4, HNO_3, HCl, HBr, HI, $HClO_3$, $HMnO_4$	LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ba(OH)_2$	H_2SO_3, HNO_2, HF, HCN, H_2CO_3, H_3AsO_3, CH_3COOH	Все трудно-растворимые и NH_4OH
Все соли		H_2O	

химических соединений записываются положительно заряженные частицы, после соответствующего ионного обмена могут быть получены формулы продуктов предполагаемого взаимодействия:



$$NaCl + KI = NaI + KCl.$$

Для того чтобы определить, будет ли в действительности протекать это взаимодействие, по таблице растворимости необходимо проверить, есть ли в правой части уравнения реакции труднорастворимые вещества. Другими словами, необходимо уточнить, выполняется ли основное правило, определяющее возможность протекания реакций ионного обмена. В случае данной реакции обе соли NaI и KCl растворимы. Следовательно, реакция между растворами солей NaCl и KI не протекает, т. к. не ведет к образованию новых веществ: $NaCl + KI \neq$.

Возьмем для проведения реакции растворы двух других растворимых солей и запишем химические формулы продуктов предполагаемого взаимодействия:



$$2Na_3PO_4 + 3CaCl_2 = Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl.$$

Образующийся фосфат кальция является труднорастворимым соединением, следовательно, данная реакция протекает. После расстановки коэффициентов в молекулярном уравнении реакции, запишем это взаимодействие в виде полного и краткого ионных уравнений:

$$6Na^+ + 2PO4^{3-} + 3Ca^{2+} + 6Cl^- = Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6Na^+ + 6Cl^-,$$
$$3Ca^{2+} + 2PO4^{3-} = Ca_3(PO_4)_2\downarrow .$$

Краткое ионное уравнение выражает суть реакции образования фосфата кальция. Следует обратить внимание, что химическая формула последнего записана в молекулярном виде. Если вещество труднорастворимо, оно находится в твердой фазе и не переходит в раствор. Соответственно полагают, что ионы труднорастворимого вещества в растворе отсутствуют.

Рассмотрим процесс взаимодействия раствора медного купороса с труднорастворимым ZnS (минерал сфалерит). Соответствующая реакция будет протекать, так как продуктом взаимодействия является еще менее растворимый в воде CuS (минерал ковеллин):

$$ZnS\downarrow + CuSO_4 = CuS\downarrow + ZnSO_4,$$
$$ZnS\downarrow + Cu^{2+} + SO_4^{2-} = CuS\downarrow + Zn^{2+} + SO_4^{2-},$$
$$ZnS\downarrow + Cu^{2+} = CuS\downarrow + Zn^{2+}.$$

7.2. РЕАКЦИЯ СОЛИ С КИСЛОТОЙ

Реакция соли с кислотой возможна, если сильная кислота вытесняет более слабую, если образуется новая нерастворимая соль.

Так, серная кислота в водном растворе является более сильным электролитом, чем большинство других кислот и поэтому вытесняет их из солей:

$$Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 3H_2SO_4 = 3CaSO_4\downarrow + 2H_3PO_4,$$
$$Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6H^+ + 3SO_4^{2-} = 3CaSO_4\downarrow + 2H_3PO_4.$$

Рассмотрим реакцию раствора серной кислоты с кальцитом $CaCO_3$. Серная кислота сильнее угольной, поэтому в результате данного взаимодействия из исходной соли вытесняется слабая угольная кислота. Также в данной реакции выполняется и второе условие сформулированного выше правила – образуется сульфат кальция $CaSO_4$, малорастворимое соединение. Угольная кислота H_2CO_3 является не вполне стойкой и распадается на воду и углекислый газ:

$$CaCO_3\downarrow + H_2SO_4 = CaSO_4\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow,$$
$$CaCO_3\downarrow + 2H^+ + SO_4^{2-} = CaSO_4\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow.$$

7.3. РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ ОСНОВНЫХ И КИСЛЫХ СОЛЕЙ

При взаимодействии кислоты и основания образуются соль и вода. Причем тип образующейся соли зависит от количественного соотношения исходных реагентов:

$$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O,$$

$$2H^+ + SO_4^{2-} + 2K^+ + 2OH^- = 2K^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O,$$
$$H^+ + OH^- = H_2O.$$

В данной реакции при полной взаимной нейтрализации кислоты и основания образуется средняя соль K_2SO_4 .

При недостаточном количестве основания и, соответственно, неполной нейтрализации кислоты, образуется кислая соль, содержащая ион водорода в кислотном остатке:

$$H_2CO_3 + KOH = KHCO_3 + H_2O,$$
$$H_2CO_3 + K^+ + OH^- = K^+ + HCO_3^- + H_2O,$$
$$H_2CO_3 + OH^- = HCO_3^- + H_2O.$$

При добавлении к кислой соли какого - либо основания происходит ее нейтрализация и образуется средняя соль:

$$KHCO_3 + KOH = K_2CO_3 + H_2O,$$
$$K^+ + HCO_3^- + K^+ + OH^- = 2K^+ + CO_3^{2-} + H_2O,$$
$$HCO_3^- + OH^- = CO_3^{2-} + H_2O.$$

Кислые соли обычно не представлены в справочной таблице растворимости, поэтому при составлении ионных уравнений необходимо помнить, что эти соли, как правило, растворимы.

В таблице растворимости отсутствуют и нерастворимые основные соли. Они содержат в основном остатке одну или более гидроксильных групп и, соответственно, образуются при неполной нейтрализации основания кислотой:

$$Fe(OH)_3 + 2HCl = FeOHCl_2\downarrow + 2H_2O,$$
$$Fe(OH)_3 + 2H^+ + 2Cl^- = FeOHCl_2\downarrow + 2H_2O,$$

$$Fe(OH)_3 + HCl = Fe(OH)_2Cl\downarrow + H_2O,$$
$$Fe(OH)_3 + H^+ + Cl^- = Fe(OH)_2Cl\downarrow + H_2O.$$

При добавлении кислоты к основной соли происходит образование средней соли:

$$FeOHCl_2\downarrow + HCl = FeCl_3 + H_2O,$$
$$FeOHCl_2\downarrow + H^+ + Cl^- = Fe^{3+} + 3Cl^- + H_2O,$$
$$FeOHCl_2\downarrow + H^+ = Fe^{3+} + 2Cl^- + H_2O.$$

7.4. РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ СЛАБЫХ КИСЛОТ И СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ

Примерами реакций образования малодиссоциирующих соединений служат реакции образования слабых кислот и слабых оснований:

$$CH_3COONa + HCl = CH_3COOH + NaCl,$$
$$CH_3COO^- + Na^+ + H^+ + Cl^- = CH_3COOH + Na^+ + Cl^-,$$
$$CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH;$$

$$NH_4Cl + NaOH = NH_4OH + NaCl,$$
$$NH_4^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- = NH_4OH + Na^+ + Cl^-,$$
$$NH_4^+ + OH^- = NH_4OH.$$

В отмеченных реакциях взаимодействие протекает в направлении образования слабого электролита - либо слабой кислоты, либо слабого основания.

7.5. РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ АМФОТЕРНЫХ ГИДРОКСИДОВ

Ряд гидроксидов в реакциях ионного обмена проявляет как основные, так и кислотные свойства. Характер проявляемых свойств зависит от второго реагента, с которым такой гидроксид вступает в реакцию. Подобные гидроксиды называют амфотерными. К амфотерным гидроксидам относят: $Zn(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, $Pb(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Sb(OH)_3$ и некоторые другие.

Рассмотрим примеры реакций с участием амфотерных гидроксидов.

В реакции с кислотой амфотерный гидроксид проявляет свойства слабого основания:

$$Sn(OH)_2 + 2HNO_3 = Sn(NO_3)_2 + 2H_2O,$$
$$Sn(OH)_2 + 2H^+ + 2NO_3^- = Sn^{2+} + 2NO_3^- + 2H_2O,$$
$$Sn(OH)_2 + 2H^+ = Sn^{2+} + 2H_2O.$$

При взаимодействии с основанием амфотерный гидроксид проявляет свойства слабой кислоты. Для удобства составления уравнения соответствующей реакции нейтрализации можно представить формулу амфотерного гидроксида в виде кислоты. Например: $Zn(OH)_2 = H_2ZnO_2$, $Al(OH)_3 = H_3AlO_3$. Следует помнить, что соли, образованные этими кислотами и сильными основаниями, как правило, растворимы:

$$Zn(OH)_2 + 2KOH = K_2[Zn(OH)_4] \quad \text{(реакция в растворе)},$$
$$Zn(OH)_2 + 2K^+ + 2OH^- = 2K^+ + [Zn(OH)_4]^{2-},$$
$$Zn(OH)_2 + 2OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-};$$

$$Zn(OH)_2 + 2KOH = K_2ZnO_2 + 2H_2O \text{ (реакция при спекании)},$$
$$H_2ZnO_2 + 2K^+ + 2OH^- = 2K^+ + ZnO_2^{2-} + 2H_2O,$$
$$H_2ZnO_2 + 2OH^- = ZnO_2^{2-} + 2H_2O.$$

7.6. ТЕОРИЯ КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ БРЕНСТЕДА - ЛАУРИ

В 1923 г. Бренстед и Лаури независимо друг от друга предложили рассматривать кислоты как вещества, способные отдавать протон, а основания как вещества, способные его присоединять. Следовательно, поведение кислот и оснований можно описывать с учетом способности этих веществ к переносу протонов. Например, при растворении в воде HCl действует как кислота, отдавая протон растворителю. В то же время растворитель (H_2O) действует как основание, присоединяя протон:

$$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+.$$

Термин «основание» применяют к веществам, образующим в водном растворе избыток ионов OH^-. Отметим, что ион OH^- представляет собой акцептор протонов; он легко реагирует с гидратированным протоном, образуя воду: $H_3O^+ + OH^- \leftrightarrow 2H_2O$.

Аналогично водные растворы аммиака обладают основными свойствами, потому что NH_3 реагирует с H_2O, образуя NH_4^+ и OH^-:

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-. \qquad (7.1)$$

В этой реакции H_2O отдает протон молекуле аммиака; следовательно, H_2O играет роль кислоты, а NH_3 - основания.

Реакции, приведенные выше в качестве примера реакций с переносом протона, являются обратимыми. Так, при смешении NH_4C1 и NaOH образуются H_2O и NH_3:

$$NH_4Cl + NaOH \leftrightarrow NH_4OH + NaCl, \qquad (7.2)$$

$$NH_4^+ + OH^- \leftrightarrow NH_3 + H_2O.$$

Ионное уравнение (7.2) представляет собой процесс, обратный реакции между NH_3 и H_2O (7.1). В реакции (7.2) ион NH_4^+ играет роль донора протона, а ион OH^- - роль акцептора протона. Таким образом, если реакция протекает в одном направлении, H_2O играет роль кислоты, а NH_3 - роль основания. В обратной же реакции NH_4^+ играет роль кислоты, а OH^- - роль основания.

Рассмотренный пример показывает, что каждая кислота связана с сопряженным основанием, которое образуется из этой кислоты в результате отщепления от нее протона. Например, сопряженным основанием для NH_4^+ является NH_3, а сопряженным основанием для H_2O является OH^-. Точно так же каждое основание имеет сопряженную кислоту, которая образуется из этого основания в результате присоединения к нему протона. Например, H_2O является сопряженной кислотой основания OH^-. **Кислота и основание, которые, подобно H_2O и OH^-, отличаются только наличием или отсутствием протона, называются сопряженной кислотно - основной парой.**

Чем легче какая - либо кислота отдает протон, тем труднее сопряженное ей основание присоединяет к себе протон. Другими словами, чем сильнее кислота, тем слабее сопряженное ей основание, а чем слабее кислота, тем сильнее сопряженное ей основание. Например, HCl является хорошим донором протона, потому что сопряженное этой кислоте основание Cl^- притягивает протоны слабее, чем вода. Вследствие этого протон переносится к H_2O с образованием H_3O^+.

На рис. 7.1 приведен ряд распространенных кислот и сопряженных им оснований. Ион H_3O^+ является самым сильным донором протона, который может существовать в равновесии с водным раствором. Поэтому кислоты, расположенные на рис. 7.1 выше H_3O^+, полностью отдают протоны воде с образованием H_3O^+. Точно так же, OH^- представляет собой самое сильное основание, которое может находиться в равновесии с водным раствором. Всякий более сильный акцептор протона должен полностью реагировать с водой, отнимая у нее протоны и переводя ее молекулы в ионы OH^-.

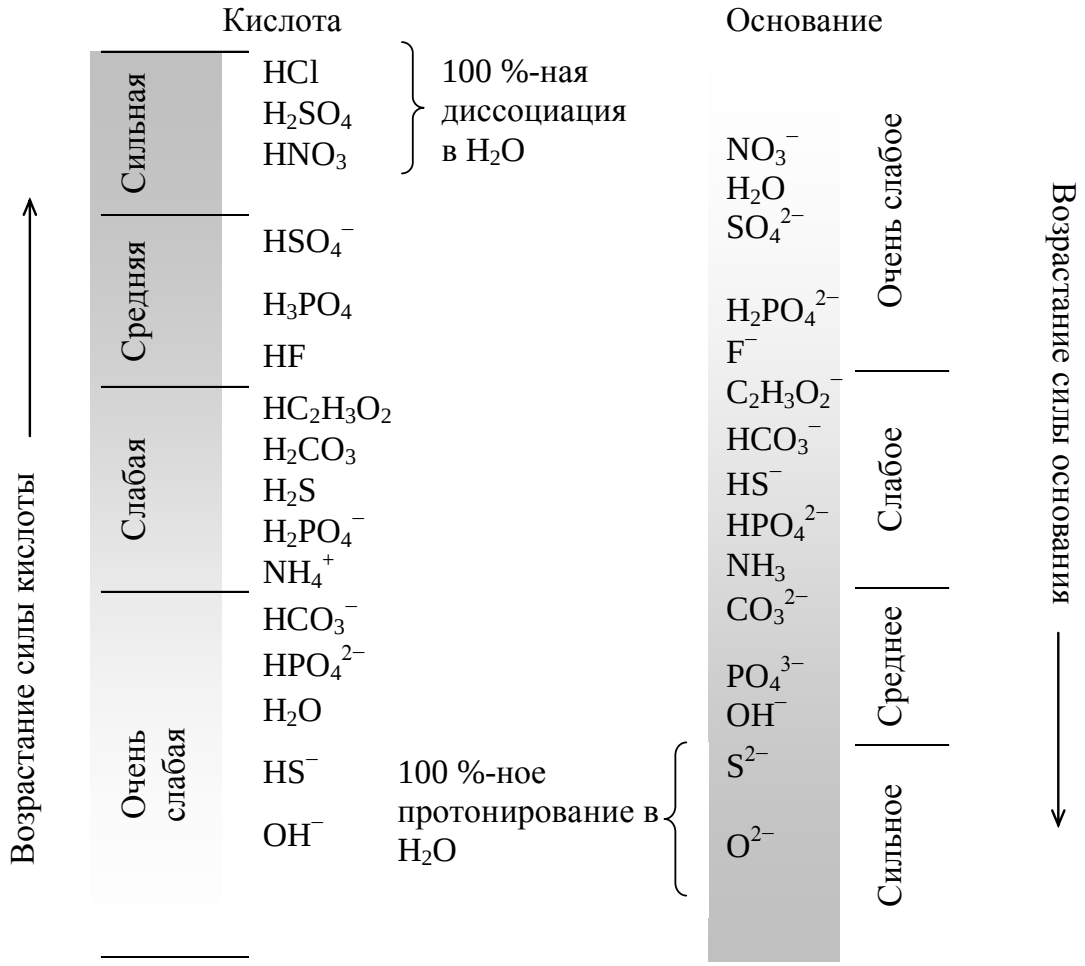


Рис. 7.1. Относительная сила сопряженных пар кислота – основание. Сильным кислотам соответствуют слабые сопряженные основания, а слабым кислотам – сильные сопряженные основания

7.7. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ pH

Вода - наиболее распространенный растворитель различных веществ. Поэтому физико-химические свойства воды имеют большое значение во многих областях экспериментальной и прикладной химии. Так, например, от содержания ионов H^+ в воде сильно зависят растворимость различных ми-

неральов, разложение химических загрязнителей в сточных водах, скорость коррозии металлических материалов, а также пригодность воды для использования в технологических процессах. Обычно вода, не содержащая растворенных веществ, рассматривается как очень слабый электролит. Тем не менее, ее молекулы, хотя и в очень малой степени, диссоциируют, проявляя способность к самоионизации: $2H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + OH^-$.

В этом процессе одна молекула воды действует как донор протона, т. е. как соединение, отдающее протон, а другая – как акцептор, т. е. как соединение, присоединяющее протон. Обычно вместо ионов гидроксония H_3O^+ говорят об ионах водорода, и состояние динамического равновесия электролитической диссоциации воды упрощенно выражают уравнением:

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-.$$

Применив закон действия масс к диссоциации воды, можно записать общий вид соответствующей константы диссоциации:

$$K = \frac{C(H^+) \cdot C(OH^-)}{C(H_2O)}.$$

Концентрация ионов H^+ (H_3O^+) и OH^- в воде крайне ничтожна. Установлено, что при комнатной температуре на ионы распадается только $1 \cdot 10^{-7}$ моль H_2O. Так как из одной молекулы воды получается один ион H^+ и один ион OH^-, то концентрация водородных, а следовательно, и гидроксильных ионов в чистой воде равна $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л. Число молей в 1 л воды 1000 : 18 = 55,5, где 1000 г – масса 1 л H_2O; 18 г/моль – молярная масса H_2O. Тогда концентрация недиссоциированных молекул воды составит $(55,5 - 1 \cdot 10^{-7})$ моль/л. $1 \cdot 10^{-7}$ весьма малая величина по сравнению с 55,5. Поэтому концентрация недиссоциированных молекул воды может быть принята равной

55,5 моль/л. Тогда:

$$C(H^+)\cdot C(OH^-) = K\cdot C(H_2O) = K_{H_2O}\ .$$

Константа K_{H_2O} называется ионным произведением воды. Для фиксированной температуры она строго постоянна и при 22 °С $K_{H_2O} = 1\cdot10^{-7}\cdot1\cdot10^{-7} = 1\cdot10^{-14}$.

Поскольку величина K_{H_2O} постоянна, то $C(H^+)$ и $C(OH^-)$ в водных растворах обратно пропорциональны друг другу. Любое повышение концентрации одного из этих ионов вызывает соответствующее уменьшение концентрации другого, и наоборот.

Хотя концентрации ионов водорода или гидроксильных групп могут быть очень малыми, в водных растворах они не бывают равными нулю, так как произведение их всегда постоянно и не равно нулю. Следовательно, в водных растворах кислот присутствуют не только ионы H^+, но и ионы OH^-, а в щелочной среде вместе с ионами OH^- содержатся и ионы H^+.

Ионное произведение воды позволяет по заданной концентрации H^+ найти концентрацию OH^-, и наоборот.

Пример. Определить концентрацию водородных ионов в 0,01 М растворе КОН.

Решение. КОН – сильный электролит. При полной диссоциации из каждой молекулы КОН образуется один ион OH^-. В 1 л раствора из 0,01 моль КОН образуется 0,01 моль ионов OH^-. Следовательно:

$$C(H^+) = \frac{K_{H_2O}}{C(OH^-)} = \frac{1\cdot10^{-14}}{1\cdot10^{-2}} = 1\cdot10^{-12}\ \text{моль/л}\ .$$

На практике принято реакцию водных растворов характеризовать концентрацией ионов водорода. Раствор имеет нейтральную реакцию, если в нем $C(H^+) = C(OH^-) = 1\cdot10^{-7}$ моль/л. Если $C(H^+) > 1\cdot10^{-7}$ моль/л, раствор имеет

кислую реакцию. Кислотность раствора тем выше, чем больше концентрация ионов водорода. Раствор, в котором $C(H^+) < 1 \cdot 10^{-7}$ моль/л, имеет щелочную реакцию.

Концентрацию ионов H^+ в водных растворах удобно выражать при помощи **водородного показателя pH**, который определяется как отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода: $pH = - \lg C(H^+)$.

Соответственно отрицательный десятичный логарифм концентрации гидроксильных ионов называется гидроксильным показателем и обозначается pOH: $pOH = - \lg C(OH^-)$.

Из уравнения $C(H^+) \cdot C(OH^-) = 1 \cdot 10^{-14}$ следует, что $pH + pOH = 14$.

В нейтральном растворе pH = 7; в кислом pH < 7; в щелочном pH > 7. Причем выделяют сильно- и слабокислую среду, а также сильно- и слабощелочную:

$$pH = \overbrace{1,\ 2,\ 3}^{\text{сильнокислая}},\ \underbrace{4,\ 5,\ 6,}_{\text{слабокислая}}\ \overbrace{7,}^{\text{нейтральная}}\ \underbrace{8,\ 9,\ 10,}_{\text{слабощелочная}}\ \overbrace{11,\ 12,\ 13,\ 14}^{\text{сильнощелочная}}.$$

Для количественного определения pH существуют различные способы. Например, с этой целью используются специальные приборы, называемые pH – метрами. Однако простейшим способом оценки pH является использование кислотно - основных индикаторов. Индикатор представляет собой вещество органического происхождения, способное менять окраску в зависимости от pH среды. Если известно значение pH, при котором индикатор переходит из одной окрашенной формы формы в другую, то по наблюдаемой окраске раствора можно судить о том, выше или ниже его pH, чем pH перехода окраски данного индикатора.

Например, лакмус, один из наиболее распространенных индикаторов, изменяет окраску при pH, близком к 7. Однако изменение окраски лакмуса

происходит не очень резко. Красный цвет лакмус имеет при pH, приблизительно равном 5 или ниже, а синий цвет лакмус имеет при pH, приблизительно равном 8,2 или выше.

Существуют другие индикаторы, изменяющие окраску при значениях pH между 1 и 14. Наиболее распространенные из них представлены в табл. 7.2. Из этой таблицы следует, что, например, метиловый оранжевый изменяет

Таблица 7.2

Цвет распространенных кислотно-основных индикаторов в различной среде

Индикатор	Цвет индикатора в зависимости от pH среды
Лакмус	pH<5,0 (красный) [фиолетовый] pH>8,0 (синий)
Фенолфталеин	pH<8,0 (бесцветный) [бледно-малиновый] pH>9,8 (малиновый)
Метиловый оранжевый	pH<3,1 (красный) [оранжевый] pH>4,4 (желтый)

окраску в интервале pH от 3,1 до 4,4. При pH ниже 3,1 он имеет красную окраску. В растворах с pH в интервале от 3,1 до 4,4 метиловый оранжевый постепенно переходит в свою основную форму, имеющую желтую окраску. Когда pH достигает 4,4, переход в основную форму полностью завершается и раствор приобретает желтую окраску. Для приблизительной оценки pH растворов часто пользуются полосками бумаги, пропитанными различными индикаторами, к которым прилагается цветная шкала сравнения.

7.8. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Природная вода, морская и пресная, как правило не является нейтральной средой и характеризуется значением pH, отличным от 7. Дело в том, что во многих случаях вода может выступать в отношении различных веществ и минералов не только как растворитель, но и как активный реагент, вызывающий химическое взаимодействие обменного характера. Такое взаимодействие имеет место, если ионы, образующиеся при диссоциации растворенного в воде вещества, являются остатками слабых электролитов.

Поясним механизм соответствующего явления, рассмотрев процесс ступенчатой диссоциации какого-либо слабого электролита, например, $Cu(OH)_2$:

$$Cu(OH)_2 \leftrightarrow CuOH^+ + OH^-, \quad K_1 << 1;$$

$$CuOH^+ \leftrightarrow Cu^{2+} + OH^-, \quad K_2 << K_1.$$

Первое из двух записанных равновесий характеризуется константой равновесия K_1. Величина этой константы намного меньше единицы, так как речь идет о слабом электролите. Следовательно, концентрация образующихся ионов $CuOH^+$ и OH^- очень мала. Еще меньше ионов образуется за счет второй ступени диссоциации слабого электролита, так как $K_2 << K_1$ (отщепление иона OH^- от положительно заряженного иона $CuOH^+$ требует больших энергетических затрат, чем отщепление от нейтральной молекулы $Cu(OH)_2$). Поэтому, если в воде растворить сильный электролит, образующий при диссоциации ионы Cu^{2+}, в соответствии с принципом Ле Шателье произойдет смещение анализируемых равновесий в левую сторону. При этом связывание ионов OH^- вызовет и смещение равновесия диссоциации воды, что приведет к накоплению ионов H^+ и изменению характера среды в растворе:

$$CuSO_4 = Cu^{2+} + SO_4^{2-},$$
$$H_2O \leftrightarrow OH^- + H^+,$$
$$Cu^{2+} + OH^- \leftrightarrow CuOH^+.$$

Процессы, рассмотренные выше, объединяют под названием «гидролиз». В общем случае **гидролизом называют взаимодействие ионов растворенного вещества с ионами H^+ или OH^- молекул воды, ведущее к образованию малодиссоциирующих соединений и изменению pH раствора.**

Явление гидролиза, вызывающее изменение характера среды, распространено в природе (табл. 7.3).

Необходимо помнить, что гидролизу подвергаются только те соли, которые содержат хотя бы один ион – остаток слабого электролита. Только в этом случае при растворении в воде возможно образование малодиссоциированных ионов (молекул) кислоты или основания, или того и другого вместе. Рассмотрим различные случаи гидролиза.

7.8.1. Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой

После растворения и диссоциации соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, например, медного купороса $CuSO_4$, в водном растворе устанавливается равновесие с участием ионов Cu^{2+} (остаток слабого электролита $Cu(OH)_2$) и молекул H_2O:

$$Cu^{2+} + HOH \leftrightarrow CuOH^+ + H^+, \qquad (7.3)$$

или в молекулярной форме:

$$2CuSO_4 + 2H_2O \leftrightarrow (CuOH)_2SO_4 + H_2SO_4. \quad (7.4)$$

Таблица 7.3

Гидролиз в природных водных системах

Водная система	Среднее значение pH
Рудничные воды колчеданных месторождений	1 - 2
Воды кратерных озер	1 - 3
Воды торфяных болот	4
Воды, насыщенные CO_2	5
Грунтовые воды (питьевые)	6,5 – 8,0
Морская вода	8,2 – 8,5
Содовые озера	10,0
Насыщенный раствор известняка, мела ($CaCO_3$)	10,0

В результате гидролиза ионы OH^- частично связываются, а ионы H^+ накапливаются. Поэтому в растворе становится больше ионов водорода, чем гидроксильных групп. Среда приобретает кислый характер: pH < 7.

Отметим последовательность действий при анализе процесса гидролиза той или иной соли.

Сначала следует определить, содержит ли соль ион – остаток слабого электролита. Например, при растворении NaCl образуются ионы Na^+ и Cl^-, соответствующие сильным электролитам – основанию NaOH и кислоте HCl. Подобные соли гидролизу не подвергаются: $NaCl + H_2O \neq$.

В том случае, если соль содержит ион – остаток слабого электролита, гидролиз протекать будет. Причем суть процесса выражают составлением молекулярного и ионного уравнений гидролиза. Удобнее, сделав заготовку

молекулярного уравнения, начать с ионной формы взаимодействия. При этом можно воспользоваться соответствующими правилами.

Для составления ионного уравнения гидролиза по катиону необходимо (смотри уравнение 7.3):

1. Выписать катион слабого основания.

2. Прибавить одну молекулу воды.

3. Поставить знак равновесия.

4. Записать формулу соединения, образованного катионом слабого основания и группой OH^- из воды.

5. Прибавить оставшийся от воды ион H^+.

Комментарии к данному правилу.

При составлении ионного уравнения гидролиза к одному катиону слабого основания прибавляем только одну молекулу воды. Это связано с тем, что при обычных условиях гидролиз протекает только по первой ступени: один ион – остаток слабого электролита взаимодействует с одной молекулой воды. При повышении температуры или сильном разведении раствора возможны следующие ступени гидролиза до образования нейтральных молекул слабого электролита:

$$CuOH^+ + HOH \leftrightarrow Cu(OH)_2 + H^+,$$

$$(CuOH)_2SO_4 + 2H_2O \leftrightarrow 2Cu(OH)_2 + H_2SO_4.$$

В уравнениях гидролиза ставится знак равновесия, так как гидролиз солей обратим. Например, если в результате гидролиза накапливаются ионы H^+, добавление к раствору соли какой - либо сильной кислоты вызовет смещение равновесия в сторону исходных негидролизованных ионов соли.

Для составления молекулярного уравнения гидролиза необходимо (смотри уравнение 7.4):

1. Выписать формулу соли.

2. Прибавить воду.

3. Поставить знак равновесия.

4. Записать формулы веществ, образованных катионами в правой части ионного уравнения и анионом исходной соли.

5. В случае необходимости – уравнять.

7.8.2. Гидролиз соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой

Примером соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой, является ацетат натрия CH_3COONa. При растворении в воде эта соль диссоциирует на ионы Na^+ и CH_3COO^-. Ацетат – ион является остатком слабой уксусной кислоты, следовательно, исходная соль будет подвергаться гидролизу. Для составления молекулярного и ионного уравнений гидролиза можно воспользоваться правилами, подобными тем, что были рассмотрены выше для гидролиза соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой:

$$CH_3COONa + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NaOH,$$
$$CH_3COO^- + HOH \leftrightarrow CH_3COOH + OH^-.$$

Ионы CH_3COO^-, взаимодействуя с ионами H^+ воды, образуют молекулы слабодиссоциированной уксусной кислоты. Ионы же Na^+ не связываются ионами OH^-, так как NaOH – сильный электролит. Уменьшение в растворе числа ионов H^+ нарушает равновесие между молекулами воды и ее ионами, вызывая диссоциацию дополнительного количества молекул воды. Вновь образующиеся ионы H^+ в свою очередь связываются ионами CH_3COO^- в молекулы CH_3COOH, а свободные ионы OH^- накапливаются в растворе. Избыток ионов гидроксила создает щелочную среду: $pH > 7$.

7.8.3. Гидролиз соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой

Примером соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой**,** служит фторид аммония NH_4F, гидролизующийся следующим образом:

$$NH_4F + H_2O \leftrightarrow NH_4OH,$$
$$NH_4^+ + F^- + HOH \leftrightarrow NH_4OH + HF.$$

При гидролизе фторида аммония одновременно связываются ионы H^+ и OH^-, т. е. образуются два слабых электролита - слабая кислота и слабое основание. Характер среды в подобных случаях зависит от относительной силы образующихся кислоты и основания. При численном равенстве констант диссоциации основания и кислоты, среда будет нейтральной. Если константа диссоциации кислоты превышает константу диссоциации основания, то раствор соли будет слабокислым и, наоборот, раствор будет иметь слабощелочную реакцию, если константа диссоциации основания больше константы диссоциации кислоты.

7.8.4. Полный гидролиз

Возможен случай протекания гидролиза по всем возможным ступеням до полного разложения соли. Это происходит при гидролизе солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой, когда получающиеся кислота и основание очень слабые, к тому же летучие или труднорастворимые. Такие соли отмечены прочерком в таблице растворимости. Они могут быть получены только сухим путем. При контакте с водой эти соли необратимо разлагаются, т. к. протекает полный гидролиз. В результате полного гидролиза образуются осадок слабого основания и молекулы слабой кислоты. Например,

взаимодействие Al_2S_3 (в таблице растворимости данная соль отмечена прочерком) с водой протекает следующим образом:

$$A1_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2A1\ (OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow,$$
$$2Al^{3+} + 3S^{2-} + 6H_2O \rightarrow 2A1\ (OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow.$$

7.8.5. Количественные аспекты гидролиза

Для количественной характеристики процесса гидролиза используют две величины – **степень гидролиза** и константу гидролиза.

Отношение концентрации гидролизованной части молекул к общей концентрации соли в растворе называют степенью гидролиза:

$$h = C(\text{гидр.}) / C(\text{общ.}),$$

где h – степень гидролиза; C(гидр.) – концентрация гидролизованных молекул соли; C(общ.) – общая концентрация соли в растворе.

Степень гидролиза соли зависит от нескольких факторов:

1) от константы диссоциации кислоты или основания, образующихся в процессе гидролиза. Чем меньше константа диссоциации, тем больше степень гидролиза;

2) от температуры. При нагревании раствора гидролиз усиливается, так как увеличивается степень диссоциации воды;

3) для солей, образованных сильными кислотами и слабыми основаниями, а также сильными основаниями и слабыми кислотами, степень гидролиза также возрастает при разбавлении раствора.

Запишем в общем виде уравнение реакции гидролиза соли MeA, образованной слабым основанием MeOH и слабой кислотой HA:

$$MeA + H_2O \leftrightarrow MeOH + HA,$$

$$Me^+ + A^- + HOH \leftrightarrow MeOH + HA.$$

Константа равновесия для гидролиза рассматриваемой соли имеет вид:

$$K = \frac{C(MeOH)\cdot C(HA)}{C(Me^+)\cdot C(A^-)\cdot C(H_2O)}. \qquad (7.5)$$

Для разбавленного раствора можно принять, что молярная концентрация воды в результате реакции гидролиза практически не меняется и имеет почти то же значение, что и для чистой воды, а именно 55,5 моль/л. Объединяя в уравнении (7.5) две постоянные величины К и $C(H_2O)$ в одну – константу гидролиза $K_{гидр.}$, получим:

$$K_{гидр.} = K\cdot C(H_2O) = \frac{C(MeOH)\cdot C(HA)}{C(Me^+)\cdot C(A^-)}. \qquad (7.6)$$

Константа гидролиза зависит от температуры и природы растворенной соли, но в области больших разбавлений практически не зависит от концентрации. Константа гидролиза показывает, насколько велика концентрация молекул слабого основания и молекул слабой кислоты в сравнении с концентрацией соответствующих катионов и анионов после установления равновесия гидролиза.

Умножим в равенстве (7.6) числитель и знаменатель дроби на величину $C(H^+)\cdot C(OH^-)$:

$$K_{гидр.} = \frac{C(MeOH)\cdot C(HA)\cdot C(H^+)\cdot C(OH^-)}{C(Me^+)\cdot C(A^-)\cdot C(H^+)\cdot C(OH^-)} = \frac{K_{H_2O}}{K_{MeOH}\cdot K_{HA}}.$$

Следовательно, константа гидролиза соли, образованной катионом

слабого основания и анионом слабой кислоты, равна ионному произведению воды, деленному на произведение констант диссоциации кислоты и основания. Чем слабее основание или кислота, катион и анион которых входят в состав соли, тем в большей степени соль будет подвергаться гидролизу, тем больше будет значение соответствующей константы гидролиза.

7.9. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Вычислить pH 0,005 н. раствора гидроксида калия.

2. Определить pH 0,01 н. раствора уксусной кислоты. Константа диссоциации CH_3COOH составляет $1{,}75 \cdot 10^{-5}$.

3. Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1 н. растворе NaOH?

4. Составить молекулярные и ионные уравнения возможных реакций:

$MnCl_2 + Na_2SO_3$;	$NH_4C1 + Fe(NO_3)_2$;	$K_2SO_4 + H_2SiO_3$;
$NaOH + Zn(OH)_2$;	$MgSO_4 + H_2CO_3$;	$KOH + SnCl_2$;
$H_2SO_4 + NaHS$;	$Cr_2O_3 + Ba(OH)_2$;	$A1PO_4 + Cr(CH_3COO)_3$;
$KOH + CO_2$;	$HNO_3 + (NH_4)_2SO_4$;	$PbO_2 + NaNO_3$;
$NH_4NO_3 + HgSO_4$;	$Fe(NO_3)_3 + K_2S$;	$MnCl_2 + H_2SO_3$;
$TiO_2 + MgCl_2$;	$Zn(OH)_2 + CaO$;	$Pb(CH_3COO)_2 + K_2SO_4$;
$Cr_2O_3 + SO_3$;	$Mg_3(PO_4)_2 + Na_2SO_4$;	$Fe(NO_3)_2 + NaCl$;
$A1(OH)_3 + NaOH$;	$CuSO_4 + SnCl_2$;	$K_2CO_3 + HC1$.

5. Составить молекулярные и ионные уравнения возможных реакций гидролиза:

$BiCl_3 + H_2O$;	$AgNO_3 + H_2O$;	$CH_3COOK + H_2O$;
$K_3PO_4 + H_2O$;	$(NH_4)_2CO_3 + H_2O$;	$Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$;
$Mg(NO_3)_2 + H_2O$;	$Cr_2(CO_3)_3 + H_2O$;	$Sn(NO_3)_2 + H_2O$;
$Zn_3(PO_4)_2 + H_2O$;	$FeSO_4 + H_2O$;	$Cr_2S_3 + H_2O$.

Глава 8
СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

8.1. СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМОВ

Для того чтобы понять закономерности распределения и содержания химических элементов в земной коре, необходимо знать электронную структуру атомов. Расположение электронов в атоме определяет его электронное строение и химические свойства.

Так, в геохимии явления распределения элементов в различных природных объектах связывают с конфигурацией электронных оболочек соответствующих атомов. По В.М. Гольдшмидту «геохимия изучает распределение и содержание химических элементов в минералах, рудах, породах, почвах, водах и атмосфере и циркуляцию элементов в природе на основе свойств атомов и ионов».

Современные представления об электронном строении атомов сформировались на основе классических положений **квантовой механики.** Квантовая (волновая) механика - раздел теоретической физики, изучающий законы движения микрочастиц, характеризующихся размерами 10^{-8} - 10^{-15} м.

Луи де Бройль предположил, что движение любой материальной частицы сопровождается распространением фазовых волн:

$$\lambda = \frac{h}{mV} \quad , \tag{8.1}$$

где λ - длина волны, связанная с движущейся частицей вещества; h - постоянная Планка; m – масса движущейся частицы; V – скорость частицы.

У макроскопических тел волновые свойства не проявляются, так как

длины волн оказываются очень малыми. Однако формула (соотношение) де Бройля (8.1) позволила перенести представления о двойственной, корпускулярно - волновой природе на частицы вещества. Причем корпускулярно - волновой дуализм частиц микромира подтверждается опытами по отражению и прохождению электронов через кристаллы. В этих опытах проявляется дифракционная картина, наличие которой служит признаком волнового процесса. Соответствующий эффект наблюдается, когда длина волны, создаваемой электронами, имеет порядок величины, сопоставимый с межатомным расстоянием в кристалле.

Согласно статистической интерпретации волны де Бройля имеют особый физический смысл «волн вероятности». Интенсивность волны вероятности служит мерой вероятности обнаружения частицы в данном месте пространства. С позиций квантовой механики существование электрона в атоме связывается с вероятностью нахождения электрона в определенном объеме dV(x,y,z) атомного пространства. Пространство вокруг ядра, в котором наиболее вероятно нахождение электрона, принято называть **атомной орбиталью.**

Возможность нахождения частицы в фиксированной области трехмерного пространства (x, y, z) в данный момент времени (t) характеризуется волновой функцией $\psi(x,y,z,t)$. Вероятность W(x,y,z,t) обнаружить частицу в объеме $dV = dx \cdot dy \cdot dz$ в момент времени t определяется квадратом волновой функции:

$$W(x,y,z,t) = | \psi(x,y,z,t) |^2 \, dV.$$

Основное уравнение квантовой механики, определяющее вид функции ψ для различных случаев движения и взаимодействия микрочастиц, называется уравнением Шредингера. **Уравнение Шредингера** является постулатом и представляет собой дифференциальное уравнение высокого порядка. Для

одного электрона в отсутствие внешнего магнитного поля оно имеет вид:

$$\frac{ih}{2\pi}\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{h^2}{8\pi^2 m}\Delta\psi + U(x, y, z, t)\psi,$$

где Δ - оператор Лапласа; U(x,y,z,t) - потенциальная энергия электрона; m - масса электрона; $i = \sqrt{-1}$.

Решение уравнения Шредингера получается в виде набора целых чисел. Эти числа определяют наиболее вероятное положение электрона (его «адрес») в атоме. Электрон существует в трехмерном пространстве, поэтому такой набор включает три числа, которые называют квантовыми числами. **Квантовые числа** можно сравнить с почтовым индексом, содержащим в сжатом числовом коде информацию о местоположении интересующего объекта. Причем среди этих чисел есть главные (основные), без которых положение объекта не определяется в принципе, и вспомогательные, позволяющие детализировать его пространственную локализацию.

8.1.1. Квантовые числа

Первое число в решении уравнения Шредингера называют главным квантовым числом (обозначают буквой n). **Главное квантовое число** определяет энергию электрона в атоме, связанную с расстоянием, на которое электрон удален от ядра. Чем больше значение n, тем слабее связан электрон с ядром, тем на большем удалении от ядра атома он находится. Причем энергия электрона принимает не любые, а лишь определенные дискретные (квантующиеся) значения.

Главное квантовое число может принимать целочисленные значения. Реально для электронов в невозбужденных атомах химических элементов оно

изменяется от 1 до 7. Совокупность электронов в атоме, характеризующихся одним и тем же значением главного квантового числа, называют **энергетическим уровнем или электронным слоем** (с соответствующим значению n номером). Энергетические уровни, для которых n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, также называют, соответственно, K, L, M, N, O, P, Q - уровнями. Если, например, n = 4, то говорят, что электрон находится на четвертом (считая от ядра) уровне или на N - уровне.

Второе число в решении уравнения Шредингера - **орбитальное, или побочное, квантовое число** ι характеризует различие в энергетическом состоянии электронов в пределах данного уровня. Значение орбитального квантового числа определяет число подуровней, составляющих данный энергетический уровень. Для электронов, находящихся на энергетическом уровне с главным квантовым числом n, орбитальное квантовое число ι может принимать значения 0,1,2,3, ... до (n - 1). Поэтому возможное число подуровней в каждом энергетическом уровне равно значению главного квантового числа.

Численные значения ι принято заменять буквенными обозначениями. Подуровни, которым отвечают значения побочного квантового числа ι = 0, 1, 2 и 3, называются, соответственно, s, p, d и f - подуровнями.

В состав энергетических уровней входят следующие подуровни:

1-й уровень – s - подуровень (ι = 0);

2-й уровень – s - подуровень (ι = 0) и p - подуровень (ι = 1);

3-й уровень – s - подуровень (ι = 0), p - подуровень (ι = 1) и d - подуровень (ι = 2);

4-й уровень – s - подуровень (ι = 0), p - подуровень (ι = 1), d - подуровень (ι = 2) и f - подуровень (ι = 3).

В атомах известных химических элементов более четырех подуровней электронами не заполняется.

С точки зрения волновых представлений орбитальное квантовое число

характеризует форму электронного облака, пространственную область его наиболее вероятного нахождения. Для атомной орбитали s - электронов характерна форма шара, для p - электронов – форма гантели, для d - электронов – форма четырехлопастного винта, для f - электронов эта форма еще сложнее.

Третье число в решении уравнения Шредингера - **магнитное квантовое число m_e** характеризует магнитный момент электрона, обусловленный его движением в поле ядра. Магнитное квантовое число принимает целочисленные значения от $-\iota$ до $+\iota$, включая нуль, т. е. всего $(2\cdot\iota+1)$ значений. Например, для d - электрона, для которого $\iota=2$, магнитное квантовое число может иметь $(2\cdot2+1)$ значений, а именно m_e = -2, -1, 0, +1, +2. Этим значениям отвечают $(2\cdot\iota+1)$ энергетических состояний - так называемых квантовых или энергетических ячеек, возможных для электронов данного подуровня. Эти ячейки принято обозначать квадратами, а находящиеся в них электроны - стрелками.

Электрон обладает способностью вращаться вокруг собственной оси. Поэтому дополнительно к трем рассмотренным квантовым числам добавляется еще одно, не связанное с решением уравнения Шредингера. Соответствующее квантовое число S называют спиновым квантовым числом или спином электрона. Спиновое квантовое число принимает два значения +½ или – ½ в зависимости от направления вращения электрона вокруг своей оси.

8.1.2. Распределение электронов в атомах. Принципы запрета и наименьшей энергии

Распределение электронов в атомах химических элементов определяется тремя основными положениями: принципом запрета Паули, принципом наименьшей энергии, а также правилом Гунда.

Согласно принципу запрета, установленному швейцарским физиком

В. Паули, в автоме не может быть двух электронов с одинаковым набором всех четырех квантовых чисел. Максимальное количество электронов, которое может находиться на n - ном энергетическом уровне, так, чтобы не нарушалось это условие, соответствует формуле $x = 2n^2$. Следовательно, на первом уровне может находиться не более двух электронов, на втором - 8, на третьем - 18, на четвертом - 32 и т. д. Наибольшее количество электронов, которое может разместиться на s - подуровне любого уровня равно 2, на p - подуровне их может разместиться не более 6, на d - подуровне - 10 и на f - подуровне - 14.

При описании электронных структур отдельных атомов для условной записи принята определенная символика. Вначале арабскими цифрами указывают номер уровня, а далее буквенным символом s, p, d или f - подуровень, к которому относятся электроны, и, наконец, верхним цифровым индексом справа от этого символа - количество электронов на рассматриваемом подуровне. Так, например, запись $4p^6$ означает, что на p - подуровне четвертого энергетического уровня располагается 6 электронов; а запись $4f^3$, что на f - подуровне четвертого уровня находится 3 электрона.

Согласно другому принципу – принципу наименьшей энергии, распределение электронов должно отвечать наибольшей прочности их связи с ядром атома, т.е. электрон прежде всего занимает такие положения, при которых он будет обладать наименьшим собственным запасом энергии. Так как энергия электрона в основном определяется значениями квантовых чисел n и ι, **Клечковский В. М.** предложил следующие два правила:

1. По мере увеличения заряда ядра атома последовательное заполнение электронами энергетических уровней и подуровней осуществляется в направлении возрастания суммы главного n и орбитального ι квантовых чисел (n+ι).

2. Если сумма (n+ι) оказывается одинаковой для нескольких подуровней, то последовательное заполнение электронами энергетических уровней и подуровней происходит в порядке уменьшения ι и увеличения n. Например,

при n+ι = 6 сначала заполняется 4d - подуровень (n = 4, ι = 2), а затем 5p - подуровень (n = 5, ι = 1).

8.1.3. Квантовые ячейки. Правило Гунда

Количеством значений магнитного квантового числа для электронов одного подуровня определяется число квантовых (энергетических) ячеек этого подуровня. Квантовые ячейки для электронов обычно располагают ступенями, что соответствует повышению энергии электронов при переходе от s к p подуровню. Внутри каждой ячейки может размещаться не более двух электронов, которые при этом должны различаться значением спинового квантового числа (иметь антипараллельные спины). В противном случае для двух электронов одного атома все четыре квантовые числа будут иметь одинаковые значения, что противоречит принципу запрета Паули.

Понятием квантовая ячейка охватывается энергетическое состояние электрона, характеризуемое определенными значениями квантовых чисел n, ι и m_e. Для s - электронов при значении орбитального квантового числа ι = 0 возможно только одно значение магнитного числа: $m_e = 0$, и, таким образом, в s - подуровне может быть только одна энергетическая ячейка.

Для p - электронов (ι = 1) возможны три варианта магнитного квантового числа (-1, 0, +1) и, соответственно, три квантовые ячейки в p - подуровне. Для d - электронов (ι = 2) возможны 5 значений m_e (-2, -1, 0, +1, +2), соответственно, в d - подуровне имеется 5 ячеек. В случае f - подуровня (ι = 3) m_e принимает значения -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 (7 ячеек).

Значениями орбитального квантового числа ι определяется форма электронного облака (атомной орбитали). В свою очередь, магнитное квантовое число определяет взаимную ориентацию в пространстве этих орбиталей. Для s - электронов при ι = 0 и $m_e = 0$ это соответствует тому, что для электрон-

ного облака шаровидной формы не существует различных вариантов его ориентации в пространстве, все направления равнозначны (рис. 8.1). Для p - электронов, имеющих форму гантели, ι = 1 и m_e может принимать 3 значения, чему отвечают 3 варианта взаимной ориентации этих орбиталей: вдоль осей x, y, z (рис. 8.2). У более сложных по своей конфигурации d и f - электронов существует 5 и 7 вариантов соответственно их взаимного расположения в пространстве. Знание такой взаимной ориентации атомных орбиталей p, d и f - электронов позволяет объяснить направленный характер химической связи, расположение химических связей в пространстве под вполне определенными углами.

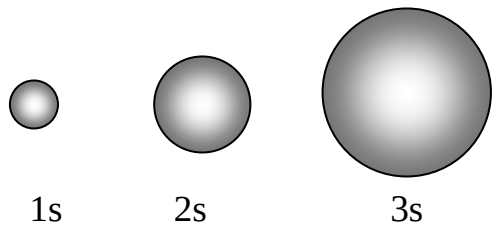


Рис. 8.1. Изображения контуров 1s-, 2s- и 3s – орбиталей

Для определения конфигурации электронных оболочек атомов используют еще одно теоретическое положение - **правило Ф. Гунда**:

электроны в пределах данного подуровня (s-, p-, d- или f-) располагаются сначала по одному в свободных квантовых ячейках, ориентируя при этом свои спины параллельно.

Например, по правилу Гунда, пять электронов на d - подуровне размещаются по одному в каждой из пяти энергетических ячеек подуровня. При этом спины электронов должны быть направлены в одну сторону.

В зависимости от того, на какой подуровень приходится последний электрон при застройке электронной оболочки атома, различают s, p, d и

f - элементы.

Символы s - элементов отмечены в таблице Менделеева красным цветом. Для s - элементов характерны ярко выраженные металлические свойства; их атомы легко отдают внешние электроны. Атомы данных элементов способны окисляться ионами водорода воды и разбавленных кислот, причем для большинства из них (кроме бериллия и магния) даже с водой реакция протекает довольно бурно.

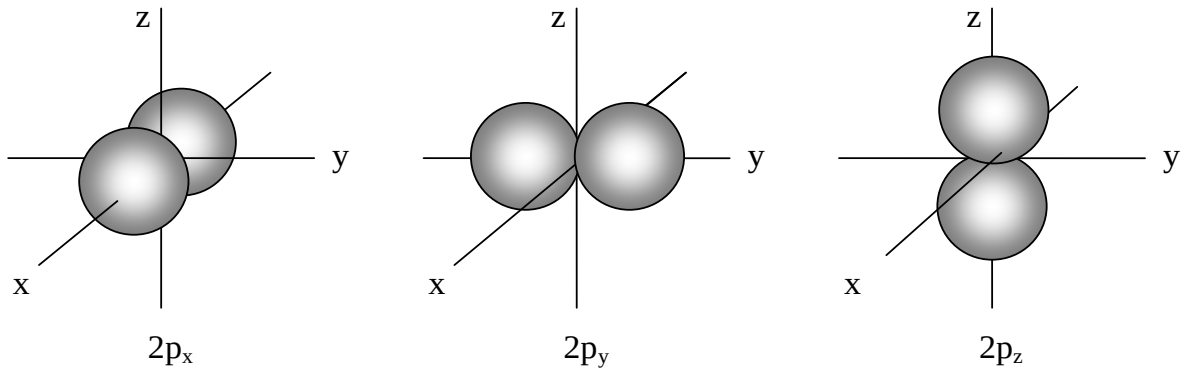


Рис. 8.2. Изображения контуров 2p – орбиталей. Три орбитали с различной ориентацией в пространстве соответствуют различным значениям магнитного квантового числа

Водород также способен терять электрон и образовывать соединения, в которых его степень окисления +1. Однако наряду с этим известны соединения (гидриды щелочных и щелочноземельных металлов), в которых водород заряжен отрицательно.

Символы p - элементов отмечены в таблице Менделеева желтым цветом. Часть p - элементов обнаруживает неметаллические свойства, проявляя способность как к окислению, так и к восстановлению, например, N, P, S. Для таких p - элементов как, например, Al, Ga, In, Tl, Sn, Pb более характерны

металлические свойства и положительные степени окисления в соединениях. Атомы инертных газов, относящихся к p - элементам, окисляются трудно, т.к. имеют устойчивую электронную конфигурацию с завершенным p - подуровнем внешнего энергетического уровня.

К числу d - элементов принадлежат представители переходных элементов. Переходные элементы, расположенные в периодической системе Д. И. Менделеева друг под другом, обнаруживают большое сходство в свойствах и составляют побочные подгруппы I - VIII групп. Все d - элементы - типичные металлы, образуемые ими простые вещества способны выступать в окислительно - восстановительных реакциях только в качестве восстановителей.

К числу f - элементов относят два семейства элементов - лантаноиды и актиноиды. Все f - элементы являются типичными металлами, практически для всех них характерна степень окисления +3 и близкие химические свойства в пределах семейства.

8.2. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ

8.2.1. Размеры атомов

Ряд свойств атомов зависит от их электронной конфигурации. Такими свойствами, определяющими важные характеристики химического поведения атомов различных элементов являются размер атома, энергия ионизации, энергия сродства к электрону.

Согласно квантовомеханической модели, атом не имеет четко определенных границ, позволяющих однозначно установить его размеры. С увеличением расстояния от ядра вероятность обнаружения электрона в соответствующей области атомного пространства уменьшается, приближаясь к нулевому значению на больших расстояниях. Тем не менее, существуют методики, позволяющие рассчитывать расстояния между атомами, находящимися

в химических соединениях. С помощью этих методик определены атомные радиусы, которые служат мерой относительных размеров атомов. Например, расстояние между центрами атомов Br в молекуле Br_2 равно 2,28 $\overset{o}{A}$, что позволяет приписать атому Br радиус 1,14 $\overset{o}{A}$.

При перемещении слева направо вдоль любого периода таблицы Менделеева отмечается увеличение эффективного заряда ядра атомов и числа электронов на их внешнем энергетическом уровне. Общее число энергетических уровней для атомов химических элементов в пределах одного периода при этом неизменно. В результате с увеличением порядкового номера элемента происходит рост энергии взаимодействия электронов с ядром и заметное сжатие внешних орбиталей.

Перемещение сверху вниз в любой группе, наоборот, приводит к возрастанию размера атомов, что соответствует увеличению их главного квантового числа, определяющего число энергетических уровней.

В изменении атомных радиусов обнаруживается периодическая закономерность. При перемещении вдоль каждого периода от щелочного металла (1 группа) к галогену (7 группа) наблюдается уменьшение размеров атомов. В пределах каждого семейства (группы) периодической таблицы, например, среди щелочных металлов, по мере увеличения атомного номера радиус атома возрастает.

8.2.2. Энергия ионизации

Энергией ионизации I называется энергия, необходимая для отрыва и удаления электрона из сферы влияния ядра изолированного атома.

Более доступной для экспериментального определения величиной является **потенциал ионизации.** Это тот наименьший потенциал, при котором происходит отрыв электрона из атома и последующее его удаление из сферы притяжения ядра. Энергию ионизации I выражают в Джоулях или электрон -

вольтах (эВ); 1 эВ – энергия электрона в ускоряющем электрическом поле с разностью потенциалов 1 В (1 эВ = 96,49 кДж/моль). Оба эти понятия обычно используются как равнозначные. Чем больше энергия ионизации, тем прочнее связан электрон в атоме или ионе. Следовательно, чем меньше энергия ионизации данного атома, тем более выражены его восстановительные свойства.

При удалении из атома не одного, а двух и более электронов говорят о первом I_1, втором I_2 и т. д. ионизационном потенциале. Удаление каждого последующего электрона из атома (иона) требует затраты все большего количества энергии. Причина этого заключается в том, что положительный заряд ядра, определяющий силу притяжения удаляемого электрона, остается все время постоянным, тогда как число электронов, нейтрализующих этот заряд, последовательно уменьшается.

В периодах величина энергии ионизации с возрастанием порядкового номера увеличивается (табл. 8.1), а восстановительная способность атомов, соответственно, уменьшается. Это связано с уменьшением радиусов атомов и увеличением положительных зарядов ядер.

Энергия ионизации в пределах главных подгрупп с увеличением порядкового номера уменьшается, а восстановительная способность атомов, соответственно, увеличивается. Объясняется это тем, что притяжение валентного электрона к ядру ослабляется с увеличением радиуса атома, причем это увеличение влияет на силу притяжения в большей мере, чем возрастание положительного заряда ядра.

Таким образом, в таблице Менделеева из s- и p - элементов наиболее сильные восстановители расположены слева внизу (самый сильный восстановитель - франций). Наиболее слабые восстановительные свойства проявляют химические элементы, расположенные в правом верхнем углу таблицы. Особенно это относится к фтору.

Для переходных элементов (d - элементы), а также для лантаноидов и актиноидов (f - элементы) значения энергии ионизации с возрастанием по-

рядкового номера постепенно увеличиваются, но незначительно, поскольку с возрастанием порядкового номера мало изменяются радиусы атомов и заряды ядер.

Таблица 8.1

Последовательные энергии ионизации I_n (кДж/моль) атомов химических элементов третьего периода

Элемент	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Na	490	4560					
Mg	735	1445	7730				
Al	580	1815	2740	11600			
Si	780	1575	3220	4350	16100		
P	1060	1890	2905	4950	6270	21200	
S	1005	2260	3375	4565	6950	8490	27000
Cl	1255	2295	3850	5160	6560	9360	11000
Ar	1525	2665	3945	5770	7230	8780	12000

8.2.3. Сродство к электрону и электроотрицательность

Характеристикой способности нейтральных атомов к присоединению электронов является **сродство к электрону E** - количество энергии, которая выделяется или которую необходимо затратить для присоединения электрона к атому. В случае большинства нейтральных атомов и всех положительно заряженных ионов присоединение электрона сопровождается выделением энергии и соответствует экзотермическому процессу. Следовательно, чем больше по абсолютной величине отрицательное значение E, тем больше способность атома притягивать электроны и, соответственно, выше его окислительная активность.

Сродство к электрону тесно связано с энергией ионизации: сродство к

электрону для однозарядного положительного иона противоположно по знаку, но совпадает по величине с энергией ионизации соответствующего нейтрального атома.

В изменении величины сродства к электрону в периодах и группах таблицы Менделеева нет столь же ярко выраженной закономерности, как в изменении энергии ионизации. Сродство к электрону зависит не только от радиуса атома и заряда ядра, но и от числа электронов на внешнем уровне атома и наличия свободных квантовых ячеек.

Для характеристики относительной способности атома смещать к себе участвующие в образовании химической связи электроны и приобретать отрицательный заряд служит еще одна условная величина - электроотрицательность. Мерой электроотрицательности (χ) является полусумма первого потенциала ионизации I_1 и сродства к электрону E:

$$\chi = (I_1 + E)/2.$$

Удобнее пользоваться не абсолютными значениями электроотрицательности, а относительными. При оценке значений электротрицательности одному из элементов приписывают условно выбранное значение параметра. Например, в качестве точки отсчета выбирают значение 2,5, которое принимается за электроотрицательность углерода. Понятие электроотрицательности ввел Л. Полинг, который и выбрал для углерода это значение. Конкретное значение точки отсчета не играет важной роли, так как сравнивают относительные значения электроотрицательности элементов. По Полингу наиболее электроотрицательным элементом является фтор, имеющий электроотрицательность, равную 4,0. Наименьшую элетроотрицательность, равную 0,79, имеет цезий. Электроотрицательности всех остальных элементов находятся в отмеченных пределах. Чем выше значение электроотрицательности для данного элемента, тем более выражены его неметаллические свойства, тем

сильнее его атомы в молекулах химических соединений притягивают электроны, приобретая отрицательный эффективный заряд.

С увеличением порядкового номера электроотрицательность s- и p - элементов в периодах увеличивается (от щелочного металла к галогену), а в подгруппах, как правило, снижается. В целом, при перемещении слева направо вдоль одного периода сродство к электрону возрастает, что соответствует увеличению способности атома притягивать электрон.

Самые большие значения сродства к электрону характерны для галогенов. Это объясняется тем, что атомы галогенов имеют конфигурацию внешних электронов вида s^2p^5. Добавление всего одного электрона от атома другого элемента приводит к образованию устойчивой конфигурации, характерной для атомов благородных газов. Полной противоположностью галогенам являются химически инертные благородные газы – гелий, неон, аргон, криптон, ксенон и радон. Атомы благородных газов, имеющие заполненные s- и p- подуровни, не притягивают к себе дополнительного электрона; чтобы присоединить к ним электрон, нужно затратить энергию. Точно так же присоединение электрона к атомам щелочноземельных металлов требует затраты энергии, т.к. в каждом из них имеется заполненный внешний s - подуровень.

8.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Укажите, какие экспериментальные данные свидетельствуют о наличии волновых свойств у частиц вещества.

2. Формально ион Li^{2+} имеет всего один электрон. Как вы думаете: большую или меньшую величину составит энергия ионизации данного иона в сравнении с энергией ионизации атома водорода H? Объясните ответ.

3. Какие из перечисленных ниже обозначений атомных орбиталей не имеют смысла: 4f, 2d, 2s, 5p, 1p, 3f, 3d?

4. Укажите значения квантовых чисел n, ι, m_e для всех орбиталей, входящих в 4f - подуровень; для всех орбиталей, входящих в электронную оболочку с n = 2.

5. Чем отличаются 2p- и 3p - орбитали?

6. Какие характеристики орбиталей определяются значением: а) главного квантового числа; б) орбитального квантового числа; в) магнитного квантового числа?

7. Укажите, в чем различие между следующими терминами: а) орбита и орбиталь; б) длина волны и частота; в) s - орбиталь и p - орбиталь; г) основное и возбужденное состояние; д) непрерывный спектр и линейчатый спектр; е) главное квантовое число и орбитальное квантовое число.

8. Запишите наборы квантовых чисел, разрешенных для каждой из следующих орбиталей: а) 1s; б) 2p; в) 3d.

9. Какая из орбиталей каждой указанной пары имеет более низкую энергию в многоэлектронном атоме: а) 3p, 5s; б) 2s, 2p; в) 3d, 3s; г) 3d, 4f?

10. Объясните, почему 2s-электрон в атоме бериллия испытывает действие большего эффективного заряда ядра, чем 2s-электрон в атоме лития?

11. Напишите электронные конфигурации следующих атомов: а) K; б) Si; в) Se; г) Mn; д) La.

12. Как изменяются перечисленные ниже свойства при перемещении слева направо в любом периоде таблицы Менделеева: а) размер атома; б) энергия ионизации; в) сродство к электрону. Как изменяется каждое из этих свойств при перемещении сверху вниз в произвольной группе таблицы?

13. Исходя из положения элементов в периодической таблице, укажите, какой из атомов в каждой паре имеет большее значение радиуса: а) Na, Li; б) Li, Be; в) O, P; г) N, Si.

14. Исходя из положения элементов в периодической таблице, укажите, какой из атомов в каждой паре имеет большее значение энергии ионизации: а) N, F; б) Na, Mg; в) O, S; г)Al, Si.

15. Объясните низкую реакционную способность благородных газов с учетом их энергий ионизации и сродства к электрону.

Глава 9
ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вода – одно из самых распространенных на Земле веществ. Это вещество и в жидком и в твердом состоянии состоит из молекул H_2O.

Миллионы лет назад при высыхании обширных морей образовались крупные залежи другого распространенного вещества - минерала галита. Химический состав данного минерала соответствует хлориду натрия NaCl. Как в растворе, так и в твердом состоянии хлорид натрия состоит из ионов Na^+ и Cl^-.

Почему вещества состоят из разных частиц, одни из заряженных ионов, а другие из электронейтральных молекул?

Объяснение природы сил, ответственных за химическую связь атомов, стало возможным после установления электронного строения атомов. Все современные теории химической связи сходятся в одном: образование химической связи сопровождается существенной перестройкой электронных оболочек взаимодействующих атомов. При этом важно, что перестройка электронных оболочек затрагивает в основном наиболее подвижные валентные электроны внешнего, а в некоторых случаях и более глубоких уровней.

У s- и p - элементов валентными являются электроны внешнего уровня. У d - элементов валентными являются не только s - электроны внешнего, но и d - электроны предпоследнего уровня. У f - элементов (лантаноидов и актиноидов) валентными являются s - электроны внешнего уровня, обычно один d - электрон предпоследнего уровня и f - электроны третьего извне уровня. Например, для урана, проявляющего в химических соединениях степени окисления +3, +4, +5 и +6, валентную группу электронов образуют два 7s, один 6d

и три 5f - электрона: $_{92}U = \ldots 5f^3 6d^1 7s^2$.

Образование молекул из отдельных атомов, между которыми возникает химическая связь, всегда сопровождается выделением значительного количества энергии. Эта энергия образования химической связи, так же, как и обратная ей по знаку энергия разрыва (или диссоциации) связи, может служить мерой прочности химической связи.

В зависимости от характера перераспределения валентных электронов между взаимодействующими атомами различают два основных типа химической связи:

1) ионную (гетерополярную), когда электроны практически полностью переходят от одного взаимодействующего атома к другому;

2) ковалентную (гомеополярную), когда электроны лишь частично смещаются к одному из взаимодействующих атомов.

Теория химической связи основывается на том, что атомы или ионы, имеющие на внешнем уровне 8 (или 2 для легких атомов) электронов, т.е. подобные по своей электронной конфигурации атомам инертных газов, отличаются большой устойчивостью. Поэтому атомы, переходя в состояние ионов, либо теряют электроны до тех пор, пока не будет образована устойчивая восьми- или двухэлектронная оболочка, либо приобретают электроны до тех пор, пока их внешний электронный уровень не будет дополнен до восьмиэлектронной оболочки. Между образовавшимися противоположно заряженными ионами возникает химическая связь.

Основы теории ковалентной (гомеополярной) химической связи разработал **Г. Н. Льюис**. Он считал, что устойчивые электронные конфигурации возникают не за счет полного перехода части внешних электронов от одного атома к другому, а за счет образования одной или нескольких общих для обоих взаимодействующих атомов пар электронов. Эти пары электронов принадлежат одновременно одному и другому атому. Льюис предложил в формулах молекул химических соединений указывать только наиболее подвижные валентные электроны, обозначая их точками вокруг символов ато-

мов. Одной паре общих электронов соответствует одинарная связь, двум парам - двойная, трем парам - тройная и т. д. (рис. 9.1).

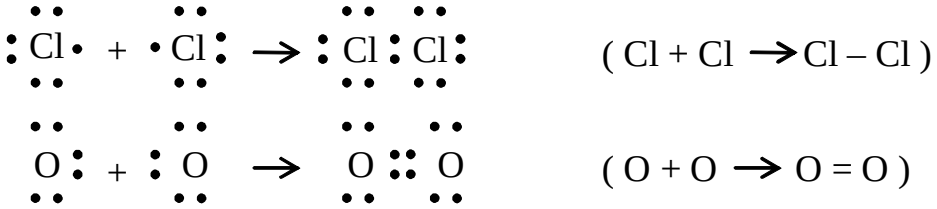


Рис. 9.1. Схема химической связи по Г.Н. Льюису.
Связь образуется за счет общих электронных пар. Одной паре общих электронов соответствует одинарная связь, двум парам – двойная и т.д.

Теория Льюиса позволила объяснить структуру большого количества соединений как неорганических, так и органических, ионных и ковалентных, полярных и неполярных. Но оставалось неясным, почему именно пары электронов обладают свойством образовывать химическую связь. Ответ на этот вопрос был получен лишь после того, как к объяснению и количественной трактовке химической связи была приложена квантовая теория.

Используя уравнения квантовой механики, расчетным путем удалось определить, как изменяется потенциальная энергия системы из двух атомов водорода по мере их сближения (рис. 9.2). Было установлено, что если электроны двух взаимодействующих атомов водорода имеют параллельные спины, то сближение этих атомов приводит к постепенному увеличению потенциальной энергии системы и росту сил отталкивания; химическая связь в этом случае не возникает. Если же электроны взаимодействующих атомов имеют разноименные спины (нижняя кривая), то по мере уменьшения расстояния между атомами и нарастании сил химической связи потенциальная энергия убывает, на некотором расстоянии она достигает минимума, что далее приводит к образованию молекулы H_2. Дальнейшее сближение атомов связано с

преодолением электростатических сил отталкивания между одноименно заряженными ядрами и требует больших затрат энергии.

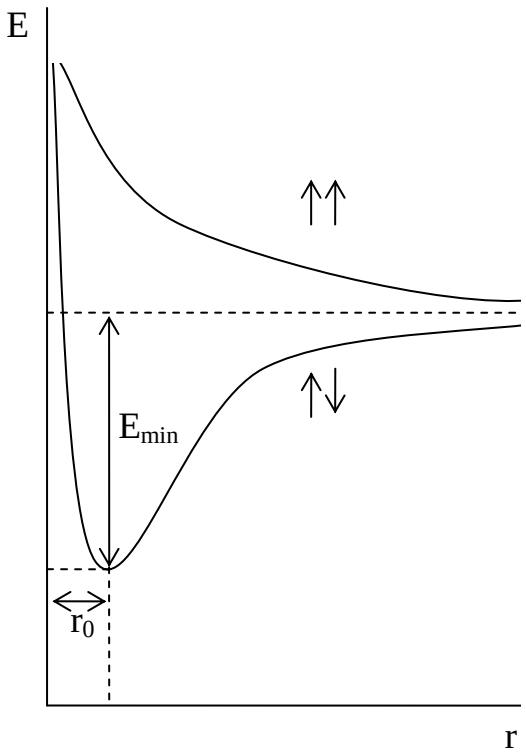


Рис. 9.2. Зависимость потенциальной энергии системы из двух атомов водорода от расстояния между ними

С точки зрения волновых представлений электронные облака взаимодействующих атомов как бы втягиваются друг в друга и в пространстве между ядрами возникает повышенная плотность электронного облака, количественно определяемая квадратом волновой функции ψ. Таким образом, положительно заряженные ядра связываются этим плотным облаком отрицательно заряженных электронов.

Если к системе из двух атомов водорода, образовавших молекулу H_2, присоединять третий, то химической связи не возникнет, поскольку спин у электрона этого атома будет параллелен спину какого-либо из уже имеющихся в молекуле водорода электронов.

Используя рассмотренный подход, квантовая механика пришла к теоретическому обоснованию особой роли пар электронов в образовании химической связи и к объяснению причин ее насыщаемости.

В 30-х годах XX в. для описания и квантово-механической трактовки химических связей в молекулах было предложено два упрощенных полуэмпирических метода: метод валентных связей (ВС), предложенный Л. Полингом и Д. Слэйтером, и метод молекулярных орбиталей (МО), разработанный Ф. Гундом, Э. Хюккелем и Р. Малликеном.

9.2. МЕТОД ВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

В основе метода ВС, называемого иногда также методом электронных пар, лежат следующие исходные положения.

1. Химическую связь образуют два электрона с антипараллельными спинами, принадлежащие двум атомам. При этом происходит перекрывание электронных облаков, между атомами возникает зона с повышенной электронной плотностью, что и приводит к образованию химической связи. Возникшая таким образом химическая связь называется ковалентной.

2. Валентность элемента равна числу неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне атома этого элемента в нормальном и возбужденном состояниях.

3. Ковалентная связь тем прочнее, чем больше перекрываются облака связующих электронов. Из двух орбиталей атома наиболее прочную связь образует та, которая сильнее перекрывается с орбиталью другого атома.

4. Химическая связь располагается в том направлении, в котором достигается наибольшее перекрывание валентных орбиталей.

Более подробно рассмотрим второе положение, с помощью которого можно прогнозировать валентность различных элементов. С точки зрения этого положения в свободных атомах элементов не все электроны, обычно

считающиеся валентными (в простейшем случае - электроны внешнего уровня), являются неспаренными: часть из них образует неподеленные пары электронов, каждая из которых целиком заполняет энергетическую ячейку. Склонность таких электронов к образованию химической связи невелика.

Рассмотрим, например, атом углерода. На внешнем уровне у него 4 электрона, из которых два ($2s^2$) в нормальном невозбужденном состоянии атома являются спаренными, а два других ($2p^2$) в соответствии с правилом Гунда занимают отдельные свободные ячейки 2p - подуровня и являются неспаренными, способными к взаимодействию с неспаренными электронами других атомов. Таким образом, валентность атома углерода, находящегося в невозбужденном состоянии, равна двум.

При получении атомом углерода небольшого количества дополнительной энергии он переходит в возбужденное состояние, при котором все электроны внешнего уровня стремятся разместиться в свободных энергетических ячейках этого уровня по одному:



Такой возбужденный атом углерода может образовать 4 химические связи (по числу неспаренных электронов) и проявить наиболее характерную для него валентность, равную четырем.

Относительно небольшое количество энергии, затраченное на возбуждение атома углерода, разъединение его двух 2s - электронов и перемещение одного из них в свободную ячейку 2p - подуровня с избытком покрывается энергией, которая выделяется при образовании четырех ковалентных связей.

Следовательно, анализируя возможную валентность какого-либо эле-

мента, необходимо учитывать как число неспаренных электронов в невозбужденном состоянии, так и число неспаренных электронов, которое будет иметь атом в возбужденном состоянии после распределения электронов внешнего уровня по свободным энергетическим ячейкам этого уровня.

Однако вначале необходимо определить пределы возбуждения атома. Обычно под возбужденным состоянием атома подразумевают такое состояние, в которое он переходит при получении энергии, достаточной для перераспределения внешних электронов по энергетическим ячейкам всех подуровней данного внешнего уровня, без их перехода на более высокие энергетические уровни. Переход электрона с одного энергетического уровня на другой, более высокий, требует больших затрат энергии, чем те, которые обычно имеют в виду, когда говорят об энергии возбуждения атома.

Попробуем на основании метода валентных связей (ВС) предсказать, какой валентностью будут обладать элементы второго и третьего периодов периодической системы Д. М. Менделеева в нормальном и возбужденном состояниях.

На внешнем уровне атомов элементов второго периода по четыре энергетические ячейки: одна 2s и три 2p ячейки. Так, один внешний электрон невозбужденного атома лития находится в 2s ячейке. При возбуждении он может перейти в какую - либо из трех ячеек 2p - подуровня, но валентность атома при этом не изменится: он и в нормальном, и в возбужденном состояниях будет оставаться одновалентным по количеству неспаренных электронов на внешнем уровне.

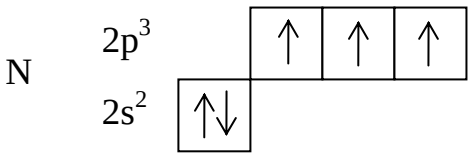
Два внешних электрона невозбужденного атома бериллия образуют на 2s - подуровне неподеленную пару электронов. При возбуждении эта пара распадается и каждый из электронов занимает отдельную энергетическую ячейку 2s- и 2p- подуровня. Валентность возбужденного атома соответственно числу неспаренных электронов становится равной 2. Эту валентность обычно и проявляет бериллий в соединениях.

Атом бора в невозбужденном состоянии имеет неподеленную пару

электронов на 2s - подуровне и неспаренный электрон на 2p - подуровне, т.е. бор должен быть одновалентен; B_4C – пример соединения, в котором бор проявляет такую валентность. После возбуждения атома бора на его внешнем уровне появляется 3 неспаренных электрона, определяющие его валентность, равную трем.

Атом углерода в процессе возбуждения переходит в конфигурацию с четырьмя неспаренными электронами во внешнем уровне. Заметим, что на внешнем энергетическом уровне этого атома как раз столько ячеек, сколько необходимо для распределения по одному четырех внешних электронов. Больше свободных ячеек на этом уровне нет. Эти обстоятельства ставят атом азота (порядковый номер 7) в иные условия, чем атомы предшествующих ему элементов второго периода.

У атома азота в невозбужденном состоянии имеется неподеленная пара электронов на 2s- подуровне и три неспаренных электрона в трех ячейках 2p - подуровня:



В этом состоянии он трехвалентен, например, NH_3, NCl_3 и др. Возбуждение атома азота с разделением неподеленных пар невозможно: на втором энергетическом уровне нет для этого свободных ячеек. При любых переходах внешних электронов в процессе возбуждения из одной энергетической ячейки в другую число неспаренных электронов будет оставаться одним и тем же, равным трем.

Атом кислорода в невозбужденном состоянии на внешнем уровне имеет две неподеленные пары электронов и два неспаренных электрона. Возбудить атом так, чтобы спаренные электроны оказались неспаренными и заняли отдельные энергетические ячейки, не представляется возможным. Поэтому

кислород практически во всех случаях двухвалентен. По этим же причинам неизвестно ни одного соединения фтора, в котором последний имел бы валентность выше единицы. У атома неона все энергетические ячейки внешнего уровня полностью укомплектованы неподеленными парами электронов и неспаренных электронов у него нет ни в нормальном состоянии, ни в случае поглощения небольших количеств энергии. Этим и объясняется свойственная неону химическая инертность.

Обратимся к атомам элементов третьего периода. Атомы этих элементов имеют на внешнем уровне, помимо одной s - ячейки и трех p - ячеек, еще 5 энергетических ячеек d - подуровня. Для четырех первых представителей (Na, Mg, A1, Si) на основании метода валентных связей можно прогнозировать те же самые валентности в нормальном и возбужденном состояниях атома, как и для соответствующих элементов 2-го периода (Li, Be, B, C). Однако далее картина существенно изменяется.

У атома фосфора в нормальном состоянии три неспаренных электрона и он, как и азот, обнаруживает валентность, равную трем, во многих соединениях (PH_3, $PC1_3$, P_2O_3 и др.). Но, благодаря наличию на внешнем уровне свободных энергетических ячеек 3d - подуровня, становится возможным возбуждение. В результате на внешнем уровне появляется пять неспаренных электронов, и становится возможным образование соединений типа PF_5, $PC1_5$, P_2O_5, H_3PO_4 и др.

В невозбужденном атоме серы на внешнем уровне 2 неспаренных электрона и в таком состоянии сера двухвалентна (H_2S, SCl_2, CS_2 и т. д.). При ступенчатом возбуждении атом серы может образовать конфигурацию из 4 и 6 неспаренных электронов. Известны соединения, в которых сера четырехвалентна (SCl_4, SO_2, H_2SO_3 и др.) и шестивалентна (SF_6, SO_3, H_2SO_4 и др.).

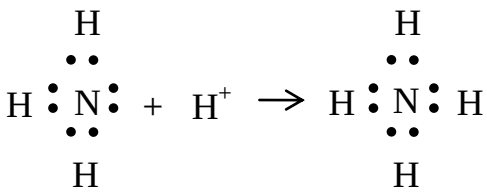
В нормальном состоянии на внешнем уровне атома аргона 4 неподеленные пары электронов и нет ни одного неспаренного. Этому соответствует значительная химическая инертность аргона. Теоретически не исключена возможность образования аргоном соединений, в которых он обнаруживал бы

валентность II, IV, VI и даже VIII. Отметим, что для инертных газов с большим порядковым номером - криптона, ксенона и радона такие соединения синтезированы.

9.3. ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ

Выше рассматривался механизм образования ковалентной химической связи, при котором две атомные орбитали, принадлежащие различным атомам, перекрывают друг друга и за счет этого достигается выигрыш энергии. Такой механизм образования связи обычно называют обменным. Но возможен и механизм, при котором связующая пара электронов поставляется только одним из взаимодействующих атомов, называемым донором, в то время как второй атом - акцептор, воспринимает эту пару, предоставляя для ее размещения свободную орбиталь. Эта неподеленная пара электронов создает в промежутке между ядрами атомов зону повышенной плотности электронного облака, что и вызывает возникновение химической связи.

Например, свободная неподеленная пара электронов молекулы аммиака (донор), взаимодействуя со свободной орбиталью H^+ иона (акцептор), образует ион аммония NH_4^+:



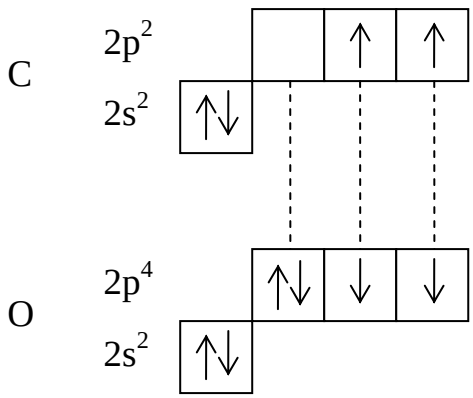
Механизм образования ковалентной химической связи, при котором пара связующих электронов поставляется только одним из взаимодействующих атомов (донором) и воспринимается вторым атомом (акцептором), имеющим свободную орбиталь, называется донорно - акцепторным, а сама

химическая связь – донорно - акцепторной.

Обычно смещение связующей пары электронов от атома - донора к атому - акцептору приводит к образованию полярной молекулы, у которой положительный полюс находится у атома - донора, а отрицательный - у атома - акцептора. В связи с этим донорно - акцепторную связь обозначают стрелкой соответствующего направления, хотя какой-либо разницы между ковалентной связью, возникшей по донорно - акцепторному механизму и ковалентной связью, образовавшейся по обменному механизму, нет.

Так, в молекуле оксида углерода (II) не две химические связи, как это можно было бы предположить, исходя из того, что кислород двухвалентен, а три. Третья связь возникает по донорно - акцепторному механизму: C≡O.

В невозбужденном атоме углерода два неспаренных электрона ($2p^2$) могут дать две обычные ковалентные связи (по обменному механизму) с атомом кислорода, у которого также два неспаренных электрона. В атоме кислорода на 2p - подуровне есть неподеленная пара электронов, а в атоме углерода на таком же 2p - подуровне - свободная орбиталь. Таким образом, имеется возможность для образования еще одной химической связи по донорно - акцепторному механизму:



9.4. СВОЙСТВА КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ

Важнейшими свойствами ковалентной связи являются **насыщаемость, направленность и поляризуемость.**

Под насыщаемостью ковалентной связи подразумевают, что атом данного химического элемента может образовать не произвольное, а строго определенное количество химических связей, ограниченное его максимальной валентностью. В простейшем случае, например, при образовании молекулы H_2 из двух атомов водорода, насыщаемость химической связи обусловлена тем, что связь возникает, когда электроны взаимодействующих атомов имеют антипараллельные спины. Добавление третьего атома уже невозможно, так как спин его электрона будет параллелен спину одного из электронов молекулы H_2.

Максимальная валентность лимитируется также количеством валентных атомных орбиталей. Это количество, в свою очередь, зависит от количества квантовых ячеек на внешнем энергетическом уровне атома.

Так, у элементов второго периода валентность не превышает 4, хотя количество электронов на внешнем уровне атомов данных элементов варьирует от 1 до 8. Объясняется это тем, что число квантовых ячеек на внешнем уровне, в которых могли бы разместиться неспаренные электроны, т. е. число валентных орбиталей у элементов второго периода, не превышает 4 (одна s - орбиталь и три p - орбитали).

У атомов элементов третьего периода на внешнем уровне 9 квантовых ячеек (одна s-, три p-, пять d- орбиталей) и в них могут разместиться по одному все внешние электроны, даже у атома аргона. Валентность для элементов этого периода варьирует от 1 до 8.

Направленность ковалентной химической связи обусловлена сложной конфигурацией атомных p, d и f - орбиталей, степень перекрытия которых атомными орбиталями других атомов существенно зависит от того, по какому направлению идет присоединение каждого нового атома.

Взаимное расположение p - орбиталей, имеющих форму гантели, вдоль условных осей x, y и z определяется тремя возможными для p - электронов

значениями магнитного квантового числа m_e (-1, 0, 1). Наибольшее перекрывание электронных облаков при образовании химических связей за счет p - электронов достигÅется вдоль осей орбиталей и, если у атома было образовано три связи, то в идеальном случае они должны располагаться под углом 90°. Однако из-за электростатического взаимодействия угол несколько иной.

Для d- электронов возможны 5 значений магнитного квантового числа и этому соответствуют 5 вариантов взаимного расположения d- орбиталей и образуемых ими химических связей. Типичные формы f- орбиталей, допускающие 7 вариантов их взаимного расположения, в пространстве еще сложнее.

Таким образом, направленность химической связи обусловлена тем, что для p-, d- и f- орбиталей существуют строго ограниченные квантовыми условиями (значениями m_e) варианты их взаимного расположения в пространстве. Ситуация упрощается, если ковалентная связь данного атома с другими осуществляется за счет его валентной s - орбитали, форма которой отвечает шаровой симметрии. Такой атом может образовывать одинаково прочные химические связи в любом направлении, поскольку все направления равнозначны.

Ковалентную связь, образованную за счет взаимного перекрывания атомных орбиталей вдоль линии, соединяющих центры взаимодействующих атомов называют **σ** (сигма) **– связью** (рис. 9.3).

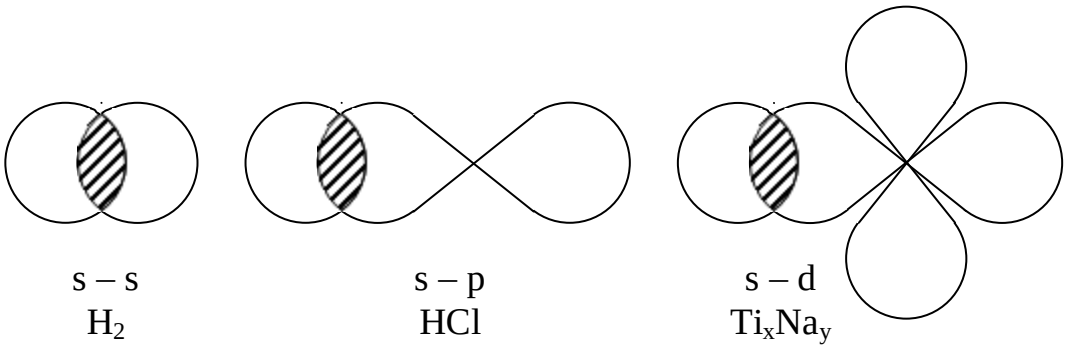
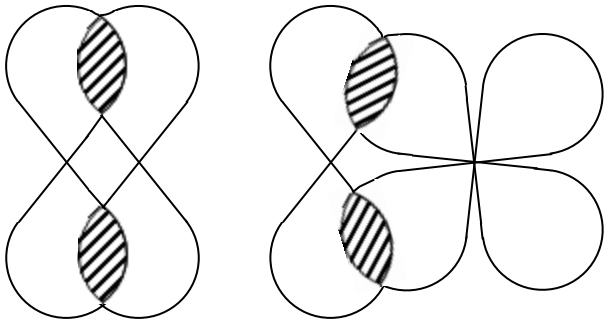


Рис. 9.3. Схема образования σ - связи

Ковалентную связь, образованную за счет двукратного взаимного перекрывания атомных орбителей перпендикулярно линии, соединяющей центры взаимодействующих атомов, называется **π (**пи) **- связью** (рис. 9.4).

Более прочные σ - связи, т.к. выделение энергии при их образовании больше, чем при образовании π - связей.



p – p
N ≡ N

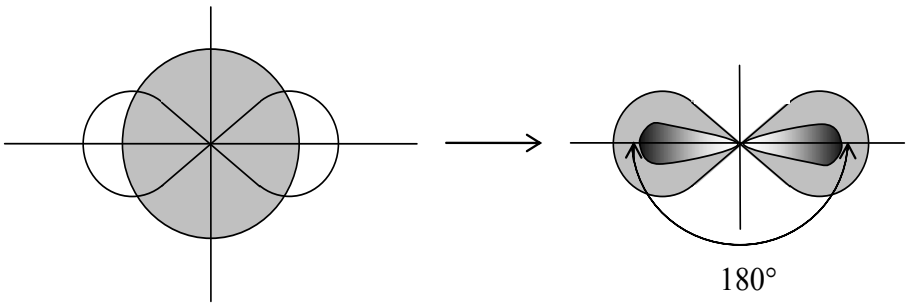
p – d
Fe_xSi_y

Рис. 9.4. Схема образования π - связи

Гибридизация и гибридные связи. Рассмотрим в качестве примера образование молекул $BeCl_2$, BCl_3 и CCl_4 при взаимодействии атомов трех первых элементов второго периода с атомами хлора.

Атом бериллия двухвалентен, так как в возбужденном состоянии он имеет на внешнем уровне два неспаренных электрона. Несмотря на различную энергию 2s и 2p - орбиталей, установлено, что обе связи Be-Cl в молекуле $BeC1_2$ совершенно равноценны, а атомы хлора расположены строго симметрично относительно атома бериллия. Объяснение этого факта заключается в том, что когда атом образует химические связи за счет разных электронов, отличающихся по энергетическому состоянию, между ними происходит перераспределение электронной плотности. В результате образуются новые по форме, но одинаковые для всех валентных электронов электронные орбитали.

Соответствующие атому в его исходном невозбужденном состоянии атомные орбитали вырождаются. При этом, например, из шаровидной s - орбитали и гантелевидной p - орбитали получается гибрид, представляющий более плотную и вытянутую орбиталь (рис. 9.5).



Одна s- и одна p- орбитали атома бериллия

Две sp- гибридные орбитали атома бериллия

Рис. 9.5. Схема гибридизации s- и p - орбиталей атома бериллия

Процесс образования новых по форме и распределению электронной плотности орбиталей называется **гибридизацией.** Гибридизация сама по себе требует затрат энергии. Однако последующее химическое взаимодействие приводит к выигрышу энергии. Это обусловлено тем, что более плотная и растянутая гибридная орбиталь данного атома будет больше перекрываться валентными орбиталями взаимодействующих с ним атомов и образующаяся связь будет прочнее.

Молекула $BeCl_2$ симметрична потому, что две связи атома бериллия с атомами хлора образованы двумя совершенно одинаковыми гибридными орбиталями. В этом случае речь идет о sp - гибридизации и образовании двух гибридных sp - орбиталей (рис. 9.6).

Атом бора трехвалентен, так как в возбужденном состоянии на его внешнем уровне три неспаренных электрона, из которых один - 2s- электрон, а

два - 2р- электроны.

Как и в случае с $BeCl_2$, в молекуле $BC1_3$ все образуемые связи B-C1 одинаковы по длине и прочности, а сама молекула имеет правильную треугольную форму. Правильная треугольная форма молекулы $BC1_3$ объясняется возникновением у атома бора трех одинаковых гибридных sp^2 - орбиталей, образованных из одной 2s - орбитали и двух 2р – орбиталей (рис. 9.7).

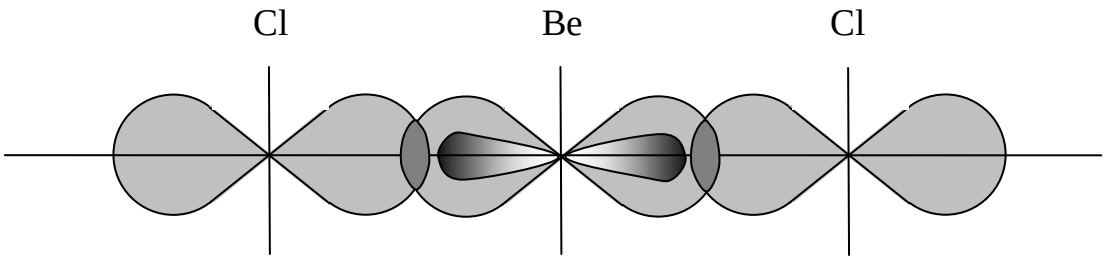


Рис. 9.6. Схема образования химических связей в молекуле $BeCl_2$

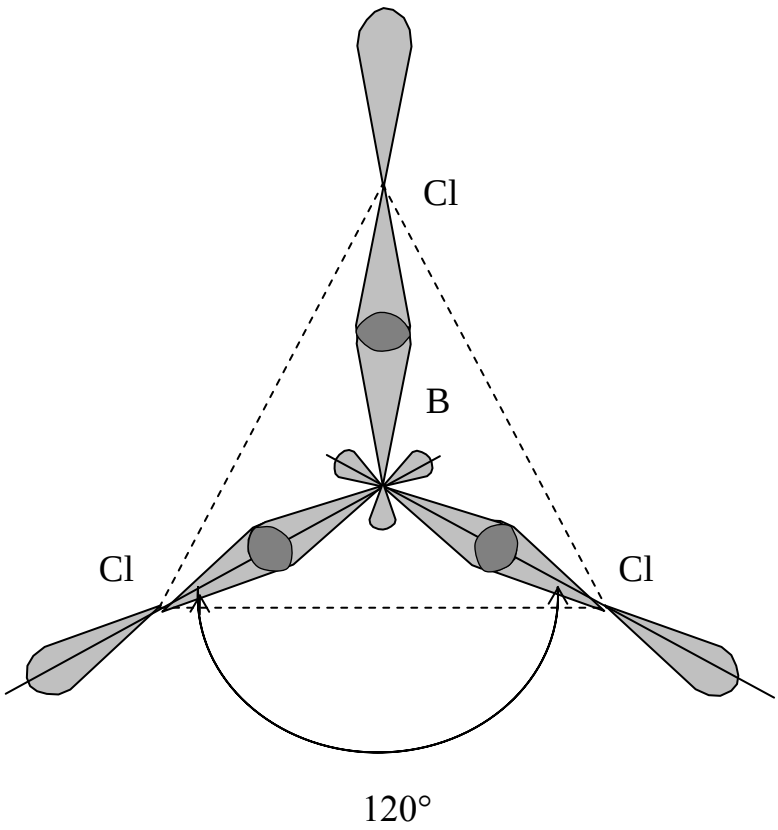


Рис. 9.7. Схема образования химических связей в молекуле BCl_3

У атома углерода в возбужденном состоянии 4 валентные орбитали, из которых одна - 2s- и три другие - 2p - орбитали (см. схему выше). В молекуле $CC1_4$ все связи C-C1 также совершенно равноценны, и она имеет симметричную тетраэдрическую структуру.

В случае sp^2 - гибридизации угол между гибридными орбиталями составляет 120°. Четыре совершенно равноценные связи в молекуле CCl_4, расположенные под углом $109^o28'$ (тетраэдрический угол), - следствие sp^3 - гибридизации в атоме углерода при взаимодействии с атомами хлора. Из одной 2s - орбитали и трех 2p - орбиталей образовалось четыре идентичные sp^3 - орбитали, взаимно ориентированные под углом $109^o 28'$.

Следует подчеркнуть, что не всегда все гибридные орбитали, возникшие в результате sp, sp^2, sp^3 и других более сложных видов гибридизации, участвуют в образовании химической связи. О том, что гибридизация того или иного типа произошла, судят прежде всего по величине угла между образованными химическими связями. Если угол близок к 120°, это свидетельствует о sp^2 - гибридизации; если он близок к тетраэдрическому ($109^o28'$), имеет место sp^3 - гибридизация и т. д.

Так, при образовании молекулы воды происходит sp^3 - гибридизация, поскольку угол между двумя связями O-H ($104^o 28'$) ближе всего к тетраэдрическому. Атом кислорода может образовать 4 химические связи: две из них - за счет двух неспаренных 2p - электронов и две - за счет готовых электронных пар, расположенных в 2s- и 2p - ячейках, по донорно - акцепторному механизму. Гибридизация четырех орбиталей по sp^3 типу является причиной взаимной ориентировки связей O-H в молекуле H_2O под углом, близким к тетраэдрическому.

Очевидно, sp^3 - гибридизация имеет место и при образовании молекулы NH_3, поскольку угол H-N-H ($107^020'$) ближе всего к тетраэдрическому. В молекуле аммиака три образовавшиеся гибридные связи оказались занятыми, а

одна осталась свободной.

При взаимодействии двух одинаковых атомов связующая пара электронов (область перекрытия валентных орбиталей) располагается между этими двумя атомами посередине.

В общем случае, когда взаимодействуют два различных атома, связующая пара всегда смещена в сторону атома более электроотрицательного элемента. Это приводит к несовпадению центров положительных и отрицательных зарядов, молекула поляризуется, приобретает структуру диполя.

Полярность молекулы оценивают величиной дипольного момента, представляющего собой произведение расстояния между центрами зарядов на величину электрического заряда. Количественной мерой поляризуемости ковалентной химической связи наряду с дипольным моментом является также эффективный заряд атома.

Рассмотрим случай, когда оба взаимодействующих атома равноценны по своей электроотрицательности. Очевидно, что связующая пара электронов установится точно посередине между атомами. Центры положительных и отрицательных зарядов будут совпадать и оба атома не приобретут никакого заряда. Моделью этого случая могут быть неполярные молекулы H_2, O_2 и т. д.

Рассмотрим другой случай, когда электроотрицательность одного из взаимодействующих атомов больше, чем электроотрицательность другого. Тогда последний будет иметь положительный эффективный заряд.

Чем больше значение эффективного заряда атома приближается к целочисленному (1, 2, 3 и т. д.), т.е. чем более выражено смещение валентных электронов к ядру одного из взаимодействующих атомов, тем больше связь в молекуле данного соединения приближается к чисто ионной.

Чем меньше это значение, тем более ковалентна химическая связь. В соответствии со значениями эффективных зарядов атомов можно сказать, что, например, в молекуле HI связь на 5 % ионная и на 95 % ковалентная.

Полного смещения связующих пар электронов от более электроположительного к более отрицательному элементу и образования чисто ионной

связи практически никогда не наблюдается. Даже при взаимодействии атома франция (самого электроположительного из известных элементов) с атомом фтора (самым электроотрицательным из элементов) эффективные заряды атомов в образованной молекуле равны не +1 и -1, а лишь +0,94 и -0,94, т. е. и в этом случае связь на 6 % остается ковалентной.

Ионная связь должна рассматриваться как предельный случай ковалентной связи, что практически полностью никогда не реализуется.

9.5. МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

Далеко не все факты образования химической связи могут быть объяснены с позиций метода ВС, в котором решающая роль в образовании химической связи отводится паре электронов с антипараллельными спинами. Например, в молекулярном ионе водорода H_2^+ только один электрон, и нет никаких условий для образования неподеленной пары электронов и возникновения химической связи. Между тем связь между ядрами водорода в молекулярном ионе H_2^+ довольно прочна и составляет около 259 кДж/моль. Для сравнения: энергия связи атомов в молекуле H_2 равна 435 кДж/моль.

Можно было бы ожидать, что существует прочная молекула гелия He_2. В действительности двухатомной молекулы He_2 не существует. Эти факты, не находящие объяснения и рамках метода валентных связей (ВС), удалось объяснить, опираясь на метод молекулярных орбиталей (МО). Метод МО более универсален и позволяет объяснить более широкий круг явлений, чем метод ВС.

В методе МО вся молекула рассматривается как единый ядерный каркас, пронизанный орбиталями, общими для всей молекулы электронов. Когда из двух или нескольких атомов образуется молекула, атомные орбитали связующих электронов перекрывают друг друга и вырождаются в молекулярные орбитали, охватывающие ядра всех атомов, входящих в состав молекулы. В

отношении молекулярных орбиталей применимы понятия квантовых чисел, принципы наименьшей энергии и запрета Паули, правило Гунда.

При сближении двух или нескольких взаимодействующих атомов орбитали их связующих электронов взаимодействуют друг с другом и с силовыми полями ядер. В результате взаимодействия орбитали деформируются и вырождаются в совершенно иную по конфигурации молекулярную орбиталь. Волновая функция Ψ, характеризующая распределение электронной плотности молекулярной орбитали, может быть рассчитана как линейная комбинация волновых функций соответствующих атомных орбиталей. В зависимости от квантовых характеристик электронов, образующих связь, волновые функции двух взаимодействующих атомов могут либо складываться, либо вычитаться. Молекулярная орбиталь, полученная сложением волновых функций электронов взаимодействующих атомов, называется связывающей, а находящиеся на ней электроны - связывающими. Молекулярная орбиталь, полученная вычитанием волновых функций электронов взаимодействующих атомов, называется разрыхляющей, а находящиеся на ней электроны - разрыхляющими. Связывающие электроны непосредственно участвуют в образовании химической связи, в то время как разрыхляющие электроны дестабилизируют ее.

Все это может быть выражено следующей энергетической схемой, в которой атомные и молекулярные орбитали представлены как энергетические ячейки (клетки) с соответствующими обозначениями.

Клетки, обозначающие связывающие молекулярные орбитали, располагаются ниже, чем клетки, обозначающие исходные атомные орбитали, а разрыхляющие молекулярные орбитали, отвечающие более высокому уровню энергии системы, выше.

В методе ВС кратность химической связи определяется числом пар электронов, участвующих в ее образовании. В методе МО кратность связи равна полусумме числа электронов, поступивших на связывающие орбитали,

минус полусумма числа электронов, поступивших на разрыхляющие орбитали. Величина этой разности и, соответственно, кратность связи может выражаться как целым, так и дробным числом. Чем больше избыток связывающих электронов в сравнении с числом разрыхляющих, тем выше кратность и прочность химической связи, тем меньше межатомное расстояние в молекуле. Если число связывающих электронов равно числу разрыхляющих, химической связи в данной системе атомов не возникает.

Рассмотрим энергетическую схему образования молекулы водорода, представленную на рис. 9.8. При образовании молекулы водорода из двух изолированных атомов оба s - электрона этих атомов поступают на связывающую молекулярную орбиталь, отвечающую σ - связи, и на разрыхляющей орбитали не оказывается ни одного электрона. Кратность связи равна единице.

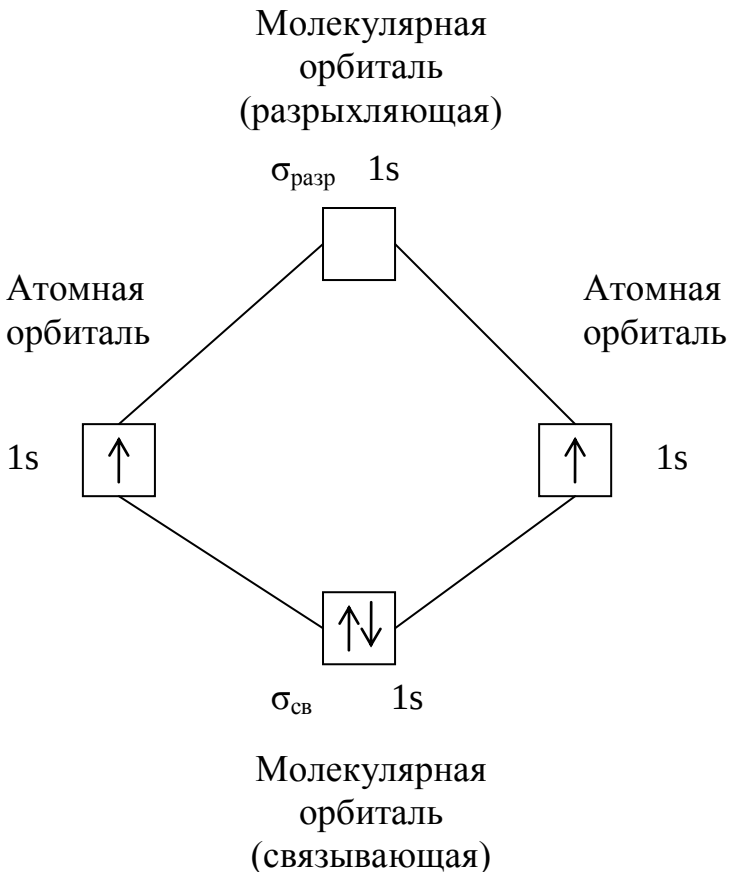


Рис. 9.8. Энергетическая схема образования молекулы водорода

В случае молекулярного кислорода, каждый из атомов кислорода, образующих молекулу O_2, вносит по 4 электрона внешнего p - подуровня, которые могут образовать две π - связи и одну σ - связь. Шесть из этих восьми электронов поступают прежде всего на связывающие орбитали, а оставшиеся два - на разрыхляющие. С точки зрения принципа запрета Паули возможно размещение этих двух электронов на одной разрыхляющей орбитали, если они обладают антипараллельными спинами. Здесь необходимо учесть еще и правило Гунда: поскольку свободны все три разрыхляющие молекулярные орбитали, энергетически более выгодно разместить каждый из этих электронов в отдельной энергетической ячейке - на отдельной разрыхляющей орбитали. Поэтому в молекуле O_2 оказывается два неспаренных электрона.

9.6. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

Свойства веществ определяются не только природой атомов и характером химической связи между ними. Имеет важное значение и величина межмолекулярного взаимодействия, называемого также силами Ван-дер-Ваальса. Этими силами определяется, в каком агрегатном состоянии (твердом, жидком или газообразном) находится данное вещество, как велики расстояния между образующими его частицами (молекулами, атомами, ионами), какова степень свободы этих частиц, в каких соотношениях находится средняя потенциальная энергия частиц, характеризующая их связь, и средняя кинетическая энергия этих же частиц. Различают три вида межмолекулярного взаимодействия: ориентационное (дипольное), индукционное (деформационное) и дисперсионное.

Ориентационное (дипольное) взаимодействие вызывает притяжение

полярных молекул, которое проявляется тем больше, чем больше дипольный момент молекул μ. Сущность его заключается в том, что две полярные молекулы А и В ориентируются таким образом, что возникает притяжение между разноименно заряженными полюсами. Так как тепловое движение нарушает взаимную ориентацию полярных молекул, повышение температуры ослабляет ориентационное взаимодействие. Если взаимодействуют неполярные молекулы ($\mu = 0$), ориентационный эффект отсутствует.

Индукционное (деформационное) взаимодействие проявляется особенно заметно, когда одна из взаимодействующих молекул полярна, а вторая неполярна, но легко поляризуема (деформируемая). В этом случае электрическое поле полярной молекулы может вызывать смещение зарядов в неполярной молекуле и индуцировать новый диполь, ориентированный своим положительным полюсом к отрицательному полюсу полярной молекулы. Индукционное взаимодействие мало меняется с температурой, оно нередко сопутствует ориентационному и дополняет его. Электрические поля ориентированных полярных молекул могут вызывать дополнительное смешение центров тяжести зарядов и тем самым усиливать дипольное взаимодействие.

При взаимодействии неполярных молекул или атомов с трудно деформируемой электронной оболочкой не может возникнуть ни ориентационного, ни индукционного взаимодействия. В том случае, если бы силы Ван-дер-Ваальса были обусловлены только этими двумя эффектами, такие газы, как водород, кислород, азот, а тем более благородные газы практически было бы невозможно сжижать. Однако на практике это удается сделать.

Межмолекулярное взаимодействие между совершенно неполярными молекулами обусловлено главным образом дисперсионным эффектом. Сущность эффекта состоит в том, что в процессе движения электронов в молекулах или атомах могут происходить быстрые смещения центров тяжести положительных и отрицательных зарядов с образованием мгновенных диполей. Дипольный момент, возникающий у одной молекулы, может индуцировать

поляризацию другой молекулы. В итоге между поляризованными молекулами возникает притяжение, как и в случае деформационного взаимодействия.

Дисперсионное взаимодействие обычно является существенной составляющей в общей величине межмолекулярного взаимодействия. Ориентационный эффект играет большую роль при взаимодействии полярных молекул с большими дипольными моментами (H_2O, NH_3, HC1); индукционный эффект чаще всего лишь незначительно влияет на суммарную величину сил Ван-дер-Ваальса.

Межмолекулярные силы играют большую роль при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое, например, при сжижении газов. С ними в большей или меньшей мере связаны такие физико-химические свойства вещества как плотность, температура кипения (конденсации), температура плавления (кристаллизации), вязкость, поверхностное натяжение, коэффициент диффузии и т. д.

Водородная связь представляет особый тип взаимодействия, ведущий к образованию как межмолекулярных связей, так и связей между атомами в молекулах. Она занимает промежуточное положение между чисто химической связью и физической межмолекулярной.

В качестве связующего мостика при осуществлении водородной связи выступает атом водорода, находящийся в соединении с атомом какого-либо более электроотрицательного элемента (фтора, кислорода, азота, хлора, серы). Малый по размерам ион водорода, вокруг которого отсутствуют отрицательные электрические поля электронов, может легко вторгаться в электронные оболочки других ионов или атомов, не испытывая с их стороны заметного отталкивания. Оказавшись между атомами сильно электроотрицательных элементов, он может выполнять роль связующего звена. Эта дополнительная химическая связь, обозначаемая обычно пунктиром, получила название водородной связи.

Энергия водородной связи сравнительно невелика (от 8 до 40 кДж/моль). Тем не менее, эта связь играет важную роль при образовании

водных и многих неводных растворов, в процессах электролитической диссоциации кислот и оснований, в построении сложных структур белковых веществ и во многих других случаях.

Наличие водородной связи в молекулах того или иного вещества может быть установлено многими физическими методами (рентгеноструктурный анализ, инфракрасная спектроскопия, ядерный магнитный резонанс и др.), а также на основе сравнения свойств данного вещества со свойствами химически подобных ему веществ.

Так, экстраполируя изменения в ряду галогеноводородов HI - HBr - HCl температур плавления (-50,8; -86,9 и -114,2 °С), температур кипения (-35,4; -66,8 и -85,08 °С) и теплот испарения (19,76; 17,61 и 16,15 кДж/моль), можно было бы установить соответствующие значения для HF, во всяком случае ниже -114,2 °С; -85,08 °С и 16,15 кДж/моль. Однако в действительности это -83,36 °С ; +19,52 °С и 32,6 кДж/моль. В дополнение к типичной ковалентной связи здесь действует еще и водородная связь, вызывающая ассоциацию молекул HF.

В структуре льда каждый атом кислорода имеет 4 направленные к атомам водорода связи, расположенные почти точно под тетраэдрическим углом (109,5 °С). Две из этих связей - обычные полярные ковалентные связи с длиной 0,099 нм, а две другие - водородные с длиной 0,176 нм. При плавлении льда происходит частичное разрушение водородных связей, в связи с чем вместо увеличения объема вначале происходит его уменьшение. Этим же объясняются и другие аномалии в изменении свойств воды при переходе ее из твердого состояния в жидкое (аномально высокие значения теплоты плавления и теплоемкости и др.).

9.7. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

9.7.1. Составление формул комплексных соединений

В химии известны сложные по составу вещества, образование которых происходит при взаимодействии более простых частиц – молекул, атомов и ионов. Такие сложные соединения, состоящие из более простых, часто относят к комплексным соединениям. Согласно современным воззрениям в структуре молекул комплексных соединений (называемых также координационными соединениями) различают:

1) **комплексообразователь** – центральная частица (атом, ион) вокруг которой расположены тесно связанные с ней **лиганды -** электронейтральные молекулы или несущие определенный заряд ионы. Комплесообразователь и лиганды составляют **внутреннюю координационную сферу** комплексного соединения. Количество лигандов во внутренней сфере определяет **координационное число** комплексного соединения. В том случае, если суммарный заряд внутренней сферы не равен нулю, при составлении химической фомулы ее заключают в квадратные скобки;

2) **внешнюю координационную сферу -** совокупность частиц, непосредственно не связанных с центральным атомом и находящихся за пределами внутренней координационной сферы.

Например: $K_4[Fe(CN)_6]$. В данном комплексном соединении комплексообразователем является ион Fe^{2+}, лигандами – ионы CN^-, координационное число равно 6. Комплексообразователь и лиганды образуют комплексный ион $[Fe(CN)_6]^{4-}$, вокруг которого размещены ионы внешней сферы – ионы K^+.

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$. В этом соединении комплексообразователем является ион Co^{3+}, лигандами – молекулы NH_3, координационное число равно 6. Комплексообразователь и лиганды образуют комплексный ион $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, вокруг которого размещены ионы внешней сферы – ионы Cl^-.

Известны комплексные соединения без внешней координационной сферы, состоящие только из центрального атома - комплексообразователя и окружающих его лигандов. Таковы, например, карбонилы никеля $Ni(CO)_4$ и

железа $Fe(CO)_5$.

Установлено, что наибольшей способностью к комплексообразованию обладают следующие частицы:

1) атомы с малым радиусом в высшей положительной степени окисления (например, B^{3+}, Al^{3+}, Si^{4+});

2) ионы металлов, имеющие внешнюю 18-ти электронную оболочку (например, Ag^{+}, Zn^{2+}, Hg^{2+});

3) нейтральные атомы d - элементов (например, Fe^0, Co^0, Ni^0).

Отметим, что ионы металлов большого размера с внешней 8-ми электронной оболочкой и малым зарядом обладают слабыми комплексообразующими свойствами. Это ионы щелочных и щелочноземельных металлов. Как правило, они располагаются во внешней сфере комплексного соединения.

В качестве лигандов в комплексных соединениях чаще всего присутствуют отрицательно заряженные ионы (F^-, Cl^-, I^-, OH^-, NO^{2-}, CN^-, SCN^-) либо полярные или легко поляризуемые молекулы (NH_3, H_2O, CO).

Комплексообразователь обычно имеет свободные орбитали, а лиганды - неподеленные пары электронов. Если вакантные орбитали комплексообразователя и заполненные орбитали лигандов могут перекрываться, то между ними образуется ковалентная связь за счет неподеленной пары электронов лиганда. При этом наиболее распространенными значениями координационных чисел являются 2 (для комплексообразователя с зарядом +1), 4 или 6 (для комплексообразователя с зарядом +2) и 6 (для комплексообразователя с зарядом +3).

Зная частицы, образующие комплексное соединение, можно составить его химическую формулу. Например, запишем формулу комплексного соединения, состоящего из ионов K^+, Cr^{3+} и NO_2^-. Первый шаг - выбор комплексообразователя. В данном случае комплексообразователем будет служить ион d - металла Cr^{3+} (ионы щелочных металлов, к которым относится ион K^+, располагаются во внешней сфере). Второй шаг - определение лигандов

и координационного числа. В качестве лигандов в комплексном соединении чаще всего выступают отрицательно заряженные ионы, в нашем случае - NO_2^-. Заряд комплексообразователя равен 3, следовательно, наиболее вероятное значение координационного числа будет равно 6. С учетом электронейтральности образуемого соединения формула комплексного соединения запишется следующим образом $K_3[Cr(NO_2)_6]$.

9.7.2. Поведение комплексных соединений в водных растворах

Химическая связь между внутренней и внешней сферами комплексного соединения является электростатической, а между комплексообразователем и лигандами, как правило, донорно - акцепторной, причем лиганды являются донорами электронных пар, а центральные атомы - акцепторами этих пар.

Ионы внешней сферы комплексного соединения подвижны и вступают в обменные реакции:

$$K_4[Fe(CN)_6] + 2CuSO_4 = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 2K_2SO_4,$$
$$2Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow;$$

$$[Co(NH_3)_6]I_3 + 3AgNO_3 = [Co(NH_3)_6](NO_3)_3 + 3AgI\downarrow,$$
$$I^- + Ag^+ = AgI\downarrow.$$

Следует иметь в виду, что хотя лиганды, входящие в состав внутренней координационной сферы, связаны с комплексообразователем гораздо более прочными связями, чем ионы внешней сферы, все же прочность этих связей ограничена.

Количественно способность комплексного иона к диссоциации в растворе (устойчивость комплекса) характеризуется величиной **константы**

нестойкости. Ее можно получить, применив закон действующих масс к равновесию диссоциации комплексного иона.

Рассмотрим, например, раствор, содержащий комплексные ионы $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, которые создают некоторую равновесную концентрацию ионов меди и молекул аммиака:

$$[Cu(NH_3)_4]^{2+} \leftrightarrow Cu^{2+} + 4NH_3.$$

Константа нестойкости в этом случае приобретает вид:

$$К_н = \frac{C(Cu^{2+}) \cdot C^4(NH_3)}{C([Cu(NH_3)_4]^{2+})}.$$

Константа нестойкости характеризует устойчивость комплекса, зависящую от прочности связи между нейтральным атомом и лигандами. Чем меньше значение константы нестойкости комплексного иона, тем он более прочен и устойчив в водном растворе.

Так, приливание щелочи к растворам солей $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ приведет к образованию осадка гидроксида меди только в одном случае.

Комплексная соль $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ диссоциирует в водном растворе на комплексный ион и внешнюю сферу:

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}.$$

Комплексный ион $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ достаточно прочен, равновесной концентрации ионов Cu^{2+}, образующихся при его частичной диссоциации, недостаточно для протекания реакции образования осадка гидроксида меди:

$$[Cu(NH_3)_4]^{2+} + OH^- \neq.$$

Соль $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ не является комплексной и в водном растворе диссоциирует на все составляющие ее частицы:

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O = Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 5\ H_2O.$$

Наличие в растворе несвязанных ионов Cu^{2+} обеспечивает образование осадка при добавлении щелочи:

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow.$$

Существуют комплексные соединения, константа нестойкости для которых так велика, что они практически полностью распадаются в водных растворах на все составляющие их частицы. Например, железоаммониевые квасцы $(NH_4)_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$ не образуют устойчивый комплексный ион. В разбавленном водном растворе это соединение полностью диссоциирует на все составляющие его ионы:

$$(NH_4)_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 = 2NH_4^+ + 2Fe^{3+} + 4SO_4^{2-}.$$

Подобные соединения с малоустойчивой внутренней сферой получили название двойных солей. В концентрированных водных растворах двойные соли наряду с простыми ионами содержат и комплексные ионы. Это свидетельствует о том, что резкой границы между комплексными и двойными солями нет. Двойная соль отличается от комплексной лишь степенью диссоциации комплексного иона: у двойной она практически полная, у комплексной - незначительная.

Отметим важное практическое значение комплексообразования для

промышленного извлечения золота из отвалов обогатительных фабрик. Соответствующий процесс реализуется при выщелачивании золота цианидными растворами. Золото – химически инертный металл, перевести его в водный раствор достаточно трудно. Однако это удается осуществить при орошении золотосодержащих отвалов цианидным раствором. Происходящий процесс комплексообразования уменьшает окислительно-восстановительный потенциал золота и металл окисляется кислородом воздуха, переходя при этом в растворимое соединение:

$$4Au + O_2 + 8NaCN = 4Na[Au(CN)_2] + 4NaOH.$$

$$Au - 1e^- = Au^+ \quad | 4$$

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^- \quad | 1$$

Из цианидного раствора золото вытесняют более активным металлом:

$$2Na[Au(CN)_2] + Zn = Na_2[Zn(CN)_4] + 2Au.$$

$$Au^+ + 1e^- = Au \quad | 2$$

$$Zn - 2e^- = Zn^{2+} \quad | 1$$

9.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Обозначая электроны точками, приведите льюисовы символы атомов следующих элементов: Ca, Se, Br, B.

2. Предскажите химическую формулу соединения, образуемого следующими парами элементов: а) Zn и O, б) K и Se, в) Al и S, г) Zn и F, д) Sr и Br.

3. Приведите валентную структуру следующих молекул: SiH_4, H_2S, CO, N_2, H_2O, CS_2.

4. Укажите, к какому типу (ионному или ковалентному) принадлежат

следующие вещества: NH_3, Br_2, Cl_2O, $BaCl_2$, FeO.

5. Определите, какие гибридные орбитали используются атомом углерода для образования химических связей в следующих соединениях: а) CH_4, б) C_2H_6, в) C_2H_2, г) H_2CO_3.

6. Поясните, что понимают под термином «перекрывание» атомных орбиталей.

7. Как могут перекрываться две атомарные р – орбитали при образовании молекулярной орбитали σ - или π - типа? Приведите соответствующий рисунок.

8. Почему связывающая молекулярная орбиталь, образованная атомными орбиталями двух взаимодействующих атомов, имеет более низкую энергию, чем исходные атомные орбитали?

9. Объясните, почему удаление электрона из молекулы O_2 делает связь в ней более прочной, тогда как удаление электрона из молекулы N_2 ослабляет в ней связь.

10. Назовите различия между следующими понятиями: а) локализованные и делокализованные связи, б) гибридные и негибридные орбитали, в) σ- и π - молекулярные орбитали.

11. Напишите уравнение диссоциации комплексной соли, заключив внутреннюю сферу в квадратные скобки: $Cr(SCN)_3 \cdot 5NH_3$.

12. Запишите выражение для константы нестойкости следующего комплексного соединения: $[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$.

13. В растворе какой соли образуется осадок при добавлении щелочи: $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$ или $HgF_2 \cdot 2H_2O$?

14. Напишите уравнения реакций ионного обмена, в результате которых образуются нерастворимые комплексные соединения: $K_4[Fe(CN)_6] + CuSO_4$; $CoCl_2 + (NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$.

Глава 10
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

10.1. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Во многих химических реакциях происходит изменение степени окисления атомов или ионов, образующих молекулы взаимодействующих веществ. Такие реакции относят к окислительно – восстановительным.

Степень окисления атома в химическом соединении - это условный заряд, которым обладал бы этот атом при полном смещении электронов, образующих химическую связь, к более электроотрицательному из взаимодействующих атомов.

Степень окисления атомов одного элемента в разных соединениях может быть различной. Когда химическая связь образована одинаковыми атомами, как, например, в молекуле H_2, электроны распределяются между ними без преимущественного смещения к одному из них. Поэтому степень окисления каждого атома водорода в молекуле H_2 равна нулю.

Для определения степени окисления необходимо исходить из следующих положений:

1. Степень окисления атомов простых веществ равна нулю. Так, в H_2, Cl_2, N_2, Al, Fe степень окисления атомов равна нулю, поскольку преимущественного смещения электронов, участвующих в образовании связи, не происходит.

2. В химических соединениях более электроотрицательным элементам приписывают отрицательные степени окисления, а менее электроотрицательным - положительные. Абсолютная величина степени окисления при-

близительно соответствует валентности элемента, или числу электронных пар, обобществляемых в связях, которые образует атом.

Например, водород в химических соединениях имеет степень окисления +1. Так, в HCl водороду приписывается степень окисления +1, а хлору степень окисления -1. Для водорода возможна отрицательная степень окисления -1, когда он связан с менее электроотрицательным элементом, как, например, в гидридах щелочных металлов NaH, LiH и т.п.

3. В любой молекуле сумма положительных и отрицательных степеней окисления всех атомов равна нулю. Например, в CO_2 кислороду приписывается степень окисления -2, поскольку он более электроотрицательный элемент. Следовательно, углероду нужно приписать степень окисления +4.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева позволяет найти закономерности, с помощью которых можно определять степени окисления элементов. Степени окисления элементов испытывают периодические изменения. Все щелочные металлы (главная подгруппа первой группы элементов) имеют в соединениях степень окисления +1. Эти металлы образуют химические связи с другими элементами, теряя один электрон. Элементы второй группы в химических соединениях находятся в состоянии окисления +2. В третьей группе наиболее часто встречающийся в природе элемент алюминий в соединениях всегда проявляет степень окисления +3.

Наиболее электроотрицательный элемент фтор проявляет степень окисления -1. Другие неметаллы имеют отрицательные степени окисления во всех случаях, когда они связаны с менее электроотрицательным элементом. Кислород всегда встречается в состоянии окисления -2 (исключения - фторид кислорода OF_2 и перекись водорода H_2O_2. В первом из этих соединений степень окисления кислорода +2, во втором, как и в других пероксидах, -1).

При обсуждении окислительно - восстановительных реакций принято считать вещество, понижающее степень окисления образующих его частиц, окислителем. Окислитель обладает повышенным сродством к электрону. Поскольку окислитель присоединяет электроны, он восстанавливается, т.е.

уменьшает свою степень окисления.

Аналогично вещество, которое отдает электроны, т.е. повышает степень окисления образующих его атомов или ионов, называется восстановителем.

10.1.1. Составление уравнений методом окислительно - восстановительных полуреакций

В окислительно - восстановительных реакциях процессы окисления и восстановления происходят совместно: если одно вещество присоединяет электроны и тем самым восстанавливается, то другое вещество должно отдавать электроны и, следовательно, окисляться. Окисление и восстановление идут одновременно, один из этих процессов не может происходить без другого. Тем не менее удобно рассматривать каждый из них отдельно.

Например, реакцию окисления иона Fe^{2+} ионом Ce^{4+}:

$$Fe^{2+} + Ce^{4+} = Fe^{3+} + Ce^{3+}$$

можно представить как совокупность двух процессов. Один из них – окисление Fe^{2+}, другой - восстановление Ce^{4+} :

(окисление) $Fe^{2+} - 1e^{-} = Fe^{3+}$, Fe^{2+} - восстановитель;

(восстановление) $Ce^{4+} + 1e^{-} = Ce^{3+}$, Ce^{4+} - окислитель.

Такие уравнения, описывающие только окисление или только восстановление, называются полуреакциями. Число электронов, теряемое в процессе окисления, т. е. в полуреакции окисления, должно быть равно числу электронов, приобретаемых в полуреакции восстановления. Если это условие выполнено, при суммировании полуреакций может быть получено стехиометрически сбалансированное уравнение окислительно - восстановительной

реакции.

На практике для уравнивания окислительно - восстановительных реакций применяется несколько методов, различающихся уровнем сложности и количеством дополнительно подбираемых стехиометрических коэффициентов. Более часто применяется так называемый ионно - электронный метод или метод полуреакций. Суть метода заключается в том, что окислитель, восстановитель, среду реакции и продукты взаимодействия записывают в виде ионов, если они - сильные электролиты. Процессы окисления и восстановления при этом рассматривают в виде полуреакций.

В качестве примера составим уравнение реакции между перманганатом калия и сульфитом натрия, протекающей в кислой среде:

$$KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O. \qquad (10.1)$$

Для расстановки коэффициентов в уравнении реакции (10.1), выполним следующие действия. Сначала запишем в виде схемы две полуреакции, в одной из которых участвует окислитель, а в другой - восстановитель:

$$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} \quad (MnO_4^- \text{ - окислитель}),$$
$$SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-} \quad (SO_3^{2-} \text{ - восстановитель}).$$

Затем уравняем по отдельности каждую полуреакцию. Причем сначала уравняем число атомов, подвергающихся окислению или восстановлению, затем остальные элементы и, наконец, заряды. Если реакция проводится в кислом водном растворе, к реагентам добавляют ионы H^+ и молекулы H_2O, чтобы уравнять число атомов водорода и кислорода. Аналогично, для реакции в щелочной среде, при составлении полных полуреакций прибавляют OH^- и H_2O. Соответствующее правило отражено в таблице (10.1).

В полуреакции для перманганат – иона в обеих частях уравнения есть по одному атому марганца. Однако в левой части содержатся четыре атома

кислорода, тогда как в правой части нет ни одного. Чтобы уравнять четыре атома кислорода, содержащиеся в MnO_4^- , следует ввести в число продуктов четыре молекулы H_2O:

$$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Таблица 10.1

Добавление и связывание ионов кислорода при составлении полуреакций окисления – восстановления

Характер среды	Добавление ионов O^{2-}	Связывание ионов O^{2-}
кислая	$H_2O = O^{2-} + 2H^+$	$O^{2-} + 2H^+ = H_2O$
нейтральная	$H_2O = O^{2-} + 2H^+$	$O^{2-} + H_2O = 2OH^-$
щелочная	$2OH^- = O^{2-} + H_2O$	$O^{2-} + H_2O = 2OH^-$

Для того чтобы уравнять восемь атомов водорода, которые появились после предыдущей операции среди продуктов, добавим к исходным реагентам $8H^+$:

$$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O. \qquad (10.2)$$

На этой стадии в обеих частях полуреакции (10.2) содержится равное число атомов каждого элемента, но необходимо уравнять и заряды. Суммарный заряд реагентов в левой части составляет +8 + (-1) = +7, заряд продуктов равен +2 + 4·(0) = +2. Чтобы уравнять заряды, к левой части полуреакции (10.2) надо добавить пять электронов:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Выполнив аналогичные действия для сульфит - иона, придем к следу-

ющей полуреакции окисления:

$$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+.$$

На последней стадии уравнение каждой полуреакции умножают на такой множитель, чтобы число электронов, присоединяемое в одной полуреакции, совпало с числом электронов, отдаваемых в другой полуреакции. Затем полуреакции суммируют и получают сбалансированное уравнение полной реакции.

В рассматриваемом примере полуреакцию с перманганат - ионом следует умножить на 2, а полуреакцию с сульфит - ионом умножить на 5. Полное сбалансированное уравнение представляет собой сумму полуреакций:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2 \quad \left| \times 2 \right.$$
$$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ \quad \left| \times 5 \right.$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 5SO_3^{2-} + 5H_2O \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5SO_4^{2-} + 10H^+.$$

После сокращения в левой и правой части суммарного уравнения ионов водорода и молекул воды получим:

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5SO_3^{2-} \rightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O.$$

Теперь запишем полное уравнение окислительно-восстановительной реакции в молекулярной форме:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5Na_2SO_3 = 2MnSO_4 + 5Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O.$$

Отметим, что уравнение составлено верно, если число атомов каждого химического элемента в левой и правой части уравнения совпадает.

Метод полуреакций - не единственный метод уравнивания окисли-

тельно – восстановительных взаимодействий. Отметим другой распространенный метод, называемый методом электронного баланса. В качестве примера рассмотрим ту же реакцию перманганата калия с сульфитом натрия в кислой среде.

Для уравнивания реакции методом электронного баланса, поступают следующим образом:

1. Определяют степень окисления каждого элемента в обеих частях уравнения для выяснения, какие элементы подвергаются окислению и восстановлению. В рассматриваемом примере степень окисления марганца изменяется от +7 в MnO_4^- до +2 в Mn^{2+}, а степень окисления серы изменяется от +4 в SO_3^{2-} до +6 в SO_4^{2-}.

2. Определяют изменение степени окисления каждого элемента при окислении или восстановлении. Эти изменения представляют в виде схемы:

$$Mn^{7+} + 5e^- \rightarrow Mn^{2+},$$
$$S^{4+} - 2e^- \rightarrow S^{6+}.$$

3. С учетом установленных изменений степеней окисления, уравнивают число электронов, отдаваемых ионом S^{4+} (восстановитель), и число электронов, присоединяемых ионом Mn^{7+} (окислитель):

$$\begin{array}{l} Mn^{7+} + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} \quad \left| \times 2, \right. \\ S^{4+} - 2e^- \rightarrow S^{6+} \quad \left| \times 5, \right. \end{array}$$
$$2Mn^{7+} + 5S^{4+} \rightarrow 2Mn^{2+} + 5S^{6+}.$$

4. После определения коэффициентов для окислителя и восстановителя, методом подбора уравнивают число атомов остальных элементов.

В рассмотренном примере итоговое уравнение реакции идентично тому, что было получено методом полуреакций (ионно – электронным методом).

Однако метод полуреакций менее трудоемок в плане дополнительного уравнивания ионов, сохраняющих степень окисления, и, кроме этого, позволяет подбирать среду реакции, если она заранее не известна.

Отметим, если в каждой из окислительно - восстановительных пар (в каждой из полуреакций) переносится одинаковое число электронов, то реакцию называют комплементарной, если неодинаковое - некомплементарной.

Комплементарная реакция:

$$2CeO_2 + 2FeSO_4 + 4H_2SO_4 = Ce_2(SO_4)_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O.$$

$$Fe^{2+} - 1e^- \rightarrow Fe^{3+},$$

$$Ce^{4+} + 1e^- \rightarrow Ce^{3+}.$$

Некомплементарная реакция:

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2O.$$

$$2Fe^{2+} - 2e^- \rightarrow 2Fe^{3+},$$

$$Mn^{7+} + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}.$$

Некомплементарные окислительно - восстановительные реакции обычно медленнее комплементарных, так как в случае некомплементарного взаимодействия механизм реакции более сложный, связанный с образованием промежуточных соединений.

Те реакции, в которых окисленная и восстановленная формы отличаются только числом электронов, проходят быстро. Медленно протекают окислительно - восстановительные реакции, в которых перенос электронов осуществляется атомами или группами атомов и сопровождается их перегруппировкой, например, реакции с участием перманганат (MnO_4^-) или бихромат ($Cr_2O_7^{2-}$) - ионов. Некоторые реакции по этой причине практически не идут, например, реакция с участием пары ClO_4^-/Cl^-, так как скорость ее чрез-

вычайно мала из - за необходимости разрушить устойчивую структуру иона ClO_4^-.

10.2. ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Любой контакт поверхности металла с раствором электролита сопровождается распределением зарядов в виде двойного электрического слоя. При этом возникающая разность потенциалов на границе металл - электролит определяется следующими процессами:

1) ионизация металла с образованием положительных ионов и свободных электронов («электронный газ»):

$$Me^0 \leftrightarrow Me^{z+} + ze^-. \qquad (10.3)$$

Данный процесс обусловлен особым строением кристаллической решетки металла, в узлах которой расположены катионы, находящиеся в равновесии со свободными электронами внешних электронных оболочек;

2) сольватация катионов при взаимодействии с молекулами L растворителя:

$$Me^{z+} + nL \leftrightarrow [MeL_n]^{z+}. \qquad (10.4)$$

Суммарный процесс можно представить следующей реакцией:

$$Me^{z+} + nL \leftrightarrow [MeL_n]^{z+} + ze^-. \qquad (10.5)$$

Каждому из процессов (10.3) и (10.4) соответствует свой тепловой эффект. Так, диссоциация протекает с поглощением энергии U_d, а сольватация с выделением U_{solv}. Поэтому соотношение U_d/ U_{solv} фактически определяет направление результирующего процесса (10.5). Например, когда $U_{solv} > U_d$,

происходит переход катионов металла в раствор.

Переход катионов в раствор характерен для активных металлов, например, для Zn, Cd, Fe. При этом раствор около поверхности металла приобретает избыточный положительный заряд, а поверхность металла - отрицательный; на границе металл – раствор возникает скачок потенциала. По мере увеличения концентрации катионов в растворе у поверхности металла выход ионов из металла уменьшается, а процесс их обратной адсорбции из раствора, наоборот, интенсифицируется. При равенстве скоростей этих процессов устанавливается динамическое равновесие.

Сольватированные (гидратированные – в случае водных растворов) катионы металла в растворе и оставшиеся в кристаллической решетке электроны образуют двойной электрический слой. Изменение потенциала φ в этом слое суммарно складывается из скачка потенциала ψ в слое жестко ориентированных катионов у поверхности металла (так называемый адсорбционный слой) и скачка потенциала ψ' в менее упорядоченном размытом слое (так называемый диффузный слой): $\varphi = \psi + \psi'$.

В противоположность рассмотренному случаю, из менее активных металлов, таких как Au, Ag, Cu катионы в раствор практически не переходят. Для этих металлов $U_{solv} < U_d$. Поэтому, если, например, металлическое серебро контактирует с раствором собственной соли, преобладает переход катионов серебра из раствора на поверхность металла. В результате поверхность металла заряжается положительно, а прилегающий к ней раствор – отрицательно.

Отметим существование еще одного механизма образования скачка потенциала. Двойной электрический слой также образуется при контакте инертного металла, например, Pt с раствором, содержащим окисленную или восстановленную форму какого - либо соединения.

Так, ион Fe^{3+} в растворе $FeCl_3$ в отсутствие восстановителей не может проявить окислительной способности. Однако, если в раствор поместить ме-

таллическую платину, то катион Fe^{3+} способен отнять от поверхности металла один электрон и восстановиться до состояния Fe^{2+}:

$$FeCl_3 + e^- \leftrightarrow FeCl_2 + Cl^-.$$

В результате поверхность платины приобретает положительный заряд, а прилегающий слой раствора – отрицательный за счет избытка ионов Cl^-. Возникающий положительный потенциал на платине будет тем выше, чем больше окислительная способность катиона металла в растворе. В общем случае этот потенциал определяется соотношением концентраций окисленной и восстановленной формы ионов в растворе и характеризует окислительно - восстановительную активность системы, например: Fe^{2+}, Fe^{3+}/Pt. Такой потенциал называют окислительно - восстановительным потенциалом.

Следует помнить, что во всех рассмотренных выше случаях причиной возникновения скачка потенциала является именно окислительно - восстановительный процесс на поверхности металла, погруженного в раствор электролита. Следовательно, значение этого потенциала также характеризует окислительно - восстановительные свойства системы.

Г. Нернст, изучая потенциалы различных электродных систем, установил, что величина этих потенциалов определяется следующими факторами:

1) природой веществ, составляющих окислительно - восстановительную систему (каждое вещество характеризуется своим значением потенциала);

2) соотношением между активностями (концентрациями) этих веществ;

3) температурой системы.

Соответствующая зависимость выражается уравнением, носящем имя автора - **Г. Нернста**:

$$E_{Ox/Red} = E^0_{Ox/Red} + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{a_{Ox}}{a_{Red}}, \qquad (10.6)$$

где E^0 - стандартный электродный потенциал; n - число электронов, принимающих участие в электродном процессе; R - универсальная газовая постоянная; T - температура; F - постоянная Фарадея; a_{Ox}, a_{Red} - активности окисленной и восстановленной форм компонентов системы.

Физический смысл величины E^0 вытекает из уравнения (10.6): стандартный электродный потенциал – это потенциал системы при активности всех ее компонентов, равных единице. При выполнении данного условия $a_{Ox} = a_{Red} = 1$, получаем $\lg 1 = 0$ и $E = E^0$.

В том случае, если отдельные компоненты системы находятся в твердом состоянии или представляют собой газы, парциальное давление которых составляет одну атмосферу, их можно исключить из уравнения Нернста, т.к. их активности равны единице. Активности остальных компонентов следует возвести в степень, равную соответствующему стехиометрическому коэффициенту в уравнении окислительно - восстановительной реакции.

Отметим, что на практике для удобства в уравнение Нернста записывают молярные концентрации компонентов, а не их активности. Также часто постоянные величины объединяют в одну константу. Тогда для комнатной температуры (25 ^oC) уравнение Нернста принимает вид:

$$E_{Ox/Red} = E^0_{Ox/Red} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C_{Ox}}{C_{Red}}.$$

Рассмотрим в качестве примера общий вид уравнения Нернста для различных систем:

1) $Cu^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cu^0$.

$$E_{Cu^{2+}/Cu^0} = E^0_{Cu^{2+}/Cu^0} + \frac{0,059}{2} \lg C(Cu^{2+}).$$

2) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$.

$$E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5} \lg \frac{C(MnO_4^-) \cdot C^8(H^+)}{C(Mn^{2+})}.$$

Часто на ход окислительно - восстановительного процесса оказывает большое влияние характер среды. Иногда влияние среды на ход окислительно - восстановительного процесса так велико, что некоторые реакции могут осуществляться только в кислой или щелочной среде.

От pH среды нередко зависит и количество электронов, присоединяемых молекулой (ионом) окислителя или отдаваемых молекулой (ионом) восстановителя. Так, например, перманганат калия $KMnO_4$ при диссоциации в водных растворах образует ионы MnO_4^-. Эти ионы, выступая в роли окислителя, в кислой среде восстанавливаются с образованием иона Mn^{2+}, в сильнощелочной - с образованием MnO_4^{2-} - иона, в слабощелочной и нейтральной - с образованием молекул MnO_2.

Обычно при анализе окислительно - восстановительного процесса его разбивают на две полуреакции:

1) восстановительную, включающую ион (атом) - восстановитель, вместе со своей окисленной формой;

2) окислительную, включающую ион (атом) - окислитель, вместе со своей восстановленной формой.

Часто полуреакции включают не только атомы, изменяющие свою степень окисления, но и взаимодействующие с ними ионы H^+ и OH^- среды. Любая полуреакция, являющаяся в одной окислительно - восстановительной реакции окислительной, может выступить в другой реакции в роли восстановительной.

Для решения вопроса, может ли одна полуреакция по отношению к другой полуреакции выступить в качестве восстановительной или окисли-

тельной, используют таблицу стандартных электродных потенциалов (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Значения стандартных электродных потенциалов

Окислительно – восстановительная полуреакция	E^0, В
$Ag^+ + e^- \leftrightarrow Ag$	+0,799
$Al^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Al$	-1,66
$Ba^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ba$	-2,90
$Br_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Br^-$	+1,065
$Ca^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ca$	-2,87
$Cd^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cd$	-0,403
$Ce^{4+} + e^- \leftrightarrow Ce^{3+}$	+1,61
$Cl_2 + 2e^- \leftrightarrow 2C1^-$	+1,359
$Co^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Co$	-0,277
$Co^{3+} + e^- \leftrightarrow Co^{2+}$	+1,842
$Cr^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Cr$	-0,74
$Cu^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cu$	+0,37
$Fe^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Fe$	-0,440
$Fe^{3+} + e^- \leftrightarrow Fe^{2+}$	+0,771
$2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$	0,000
$Hg_2^{2+} + 2e^- \leftrightarrow 2Hg$	+0,789
$2Hg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Hg_2^{2+}$	+0,920
$Hg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Hg$	+0,854
$Li^+ + e^- \leftrightarrow LI$	-3,05
$Mg^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Mg$	-2,37
$Mn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Mn$	-1,18
$Na^+ + e^- \leftrightarrow Na$	-2,71

$Ni^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ni$	-0,28
$Pb^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Pb$	-0,126
$Sn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Sn$	-0,136
$Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn$	-0,763

В таблице 10.2 каждая из окислительно - восстановительных полуреакций охарактеризована величиной стандартного электродного потенциала при 25 °С. Чем больше значение потенциала E°, тем выше окислительная способность. Окисленная форма иона (атома) в полуреакции, имеющей более высокое значение E°, может принимать электроны от восстановленной формы другого иона (атома) из полуреакции, имеющей меньшее значение E°. После перехода электронов окисленная форма иона (атома) в первой полуреакции (высшая степень окисления) превращается в восстановленную форму (низшая степень окисления), а восстановленная форма иона (атома) второй полуреакции - в окисленную. Например, ионы MnO_4^- в кислой среде (E° = 1,51 В) могут служить окислителями для хлорид - ионов Cl^- (E° = 1,36 В), превращая их в молекулы Cl_2, переходя при этом в ионы Mn^{2+}.

Потенциалы полуреакций указывают, насколько легко окисляются или восстанавливаются соответствующие частицы. Чем более положительна величина E° для полуреакции, тем больше тенденция к протеканию этой полуреакции в том направлении, в котором она записана.

К наиболее распространенным окислителям относятся галогены, кислород и такие анионы, как, например, MnO_4^-, ClO_3^- и NO_3^-, в которых центральный атом имеет высокую положительную степень окисления. В качестве окислителей иногда также используются ионы металлов с высокими положительными степенями окисления, как, например, Ce^{4+}, который легко восстанавливается до Ce^{3+}.

В качестве восстановителей часто используются водород H_2 и многие металлы. Растворы восстановителей трудно хранить длительное время, поскольку они взаимодействуют с присутствующим в воздухе O_2, являющимся хорошим окислителем.

Разность между стандартными потенциалами полуреакций определяет возможность протекания интересующей реакции. Предположим, речь идет об осуществлении окислительно - восстановительного взаимодействия:

окислитель I + восстановитель II = восстановитель I + окислитель II

с известными потенциалами $E^0_{(\text{окислитель I/ восстановитель I})}$ и $E^0_{(\text{окислитель II/восстановитель II})}$.

Решить вопрос о возможности протекания данного взаимодействия можно путем сравнения величины потенциала полуреакции, используемой в качестве окислительной ($E^0_{(\text{окислитель I/ восстановитель I})}$) и потенциала полуреакции, используемой в качестве восстановительной ($E^0_{(\text{окислитель II/восстановитель II})}$). Реакция будет протекать в прямом направлении (слева направо) при большем потенциале первой полуреакции. Если же для первой полуреакции потенциал меньше, предполагаемая реакция не пойдет; принципиально возможной будет обратная реакция.

Например, выясним, в каком направлении будет протекать реакция между диоксидом свинца PbO_2 и иодидом калия KI в кислой среде:

$$2KI + PbO_2 + 2H_2SO_4 = I_2 + K_2SO_4 + PbSO_4 + 2H_2O.$$

Для ответа на поставленный вопрос сравним величины соответствующих окислительно – восстановительных потенциалов: $E^0(PbO_2/Pb) = + 1{,}68$ В; $E^0(I_2/2I^-) = + 0{,}53$ В. Первый потенциал больше, следовательно, окислителем будет выступать PbO_2, а рассматриваемая реакция будет протекать слева направо.

10.3. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В принципе энергию, выделяющуюся в любой самопроизвольной окислительно-восстановительной реакции, можно непосредственно исполь-

зовать для выполнения электрической работы. Это осуществлено в гальваническом элементе, представляющем собой устройство, в котором перенос электронов происходит по внешнему пути, а не непосредственно между реагентами.

Одна из таких самопроизвольных реакций происходит, если кусочек цинка поместить в раствор, содержащий ионы Cu^{2+}. При протекании этой реакции голубая окраска раствора, характерная для ионов Cu^{2+}, исчезает, и на поверхности цинка начинает осаждаться металлическая медь. Одновременно происходит растворение цинка.

Эти превращения описываются уравнением:

$$Zn_{(тв.)} + Cu^{2+}{}_{(водн.)} = Zn^{2+}{}_{(водн.)} + Cu_{(тв.)}.$$

На рис. 10.1 показан гальванический элемент, в котором используется данная окислительно - восстановительная реакция между Zn и Cu^{2+}. На ри-

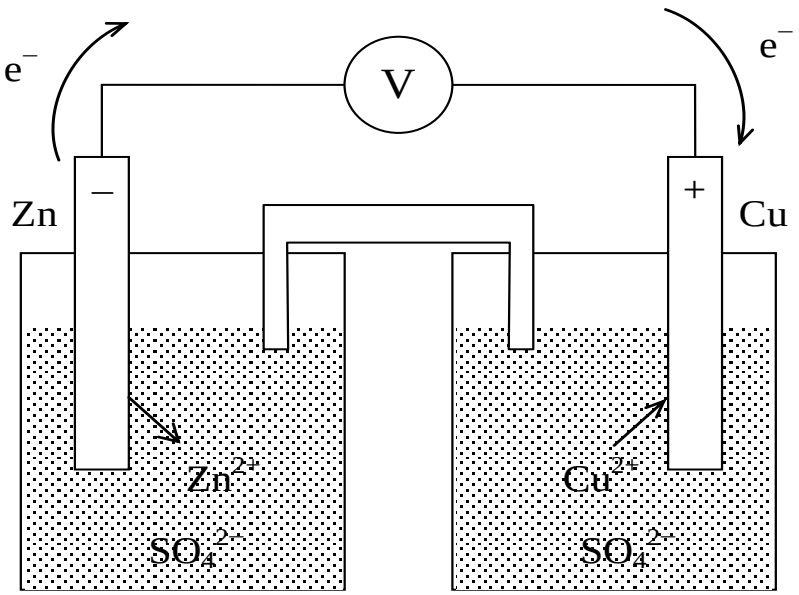


Рис. 10.1. Медно – цинковый гальванический элемент

сунке видно, что металлический цинк и $Cu^{2+}_{(водн.)}$ не находятся в непосредственном контакте друг с другом. Следовательно, Cu^{2+} может восстанавливаться только в результате перетекания электронов по проводнику, соединяющему цинковый и медный электроды (т. е. по внешней цепи).

По определению электрод, на котором происходит окисление, называется анодом, а электрод, на котором происходит восстановление, называется катодом. Чтобы запомнить эти определения, полезно воспользоваться следующим мнемоническим правилом: слова «окисление» и «анод» начинаются с гласных букв, а «восстановление» и «катод» - с согласных.

В рассматриваемом примере Zn является анодом, а Cu - катодом:

а) на аноде $Zn - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$ (окисление),

б) на катоде $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (восстановление).

Гальванический элемент можно рассматривать как устройство, состоящее из двух полуэлементов. Один из них соответствует процессу окисления, а другой - процессу восстановления. При окислении металлического цинка на аноде появляются свободные электроны. Они перемещаются по внешней цепи к катоду, где происходит их поглощение ионами Cu^{2+}. Электроны самопроизвольно перемещаются от отрицательного электрода к положительному, следовательно, анод является отрицательным электродом, а катод - положительным.

Во время работы гальванического элемента, изображенного на рис. 10.1, окисление Zn приводит к появлению дополнительных ионов Zn^{2+} в анодном пространстве элемента. Если не провести нейтрализацию их положительного заряда, дальнейшее окисление приостановится. Подобно этому восстановление Cu^{2+} вызывает появление избыточного отрицательного заряда в растворе в катодном пространстве. Избежать накопления избыточных зарядов в приэлектродном пространстве можно, используя «солевой мостик». Солевой мостик представляет собой U - образную трубку, содержащую раствор какого

- либо сильного электролита ($NaNO_3$, NH_4Cl), ионы которого не реагируют с другими ионами в гальваническом элементе, а также с материалами, из которых сделаны электроды. Концы U - образной трубки закрывают фильтровальной бумагой, чтобы при перевертывании трубки электролит не вылился из нее.

При протекании на электродах процессов окисления и восстановления ионы из солевого мостика проникают в анодное и катодное пространство гальванического элемента и нейтрализуют избыточные заряды.

10.3.1. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента

Перемещение электронов по внешней цепи гальванического элемента обусловлено так называемой электродвижущей силой (сокращенно ЭДС) элемента. ЭДС измеряется в единицах электрического напряжения (вольтах) и иначе называется напряжением, или потенциалом, гальванического элемента. Один вольт представляет собой ЭДС, необходимую для того, чтобы заряд в 1 Кл приобрел энергию в 1 Дж: 1В = 1 Дж/Кл.

Точное измерение ЭДС гальванического элемента требует применения специальных приборов. Эти измерения выполняют таким образом, чтобы через гальванический элемент протекал ничтожно малый ток. Если допустить протекание значительного тока, кажущееся напряжение гальванического элемента понижается, так как он обладает внутренним сопротивлением. Кроме этого, вокруг электродов произойдет изменение концентраций ионов, что вызовет изменение электродных потенциалов.

ЭДС, создаваемая гальваническим элементом, обозначается буквой Е. Если гальванический элемент работает при стандартных условиях, то он создает стандартную ЭДС, обозначаемую символом Е°. Напомним, что стандартным условиям соответствуют 1 моль/л концентрация реагентов и продуктов в растворах и давление в 1 атм для газообразных участников реакций.

Медно - цинковый гальванический элемент в стандартных условиях создает ЭДС величиной 1,10 В.

ЭДС любого гальванического элемента зависит от протекающей в нем реакции, от концентраций реагентов и продуктов, от температуры.

Непосредственное измерение потенциалов анода и катода по отдельности невозможно. Однако, если одной полуреакции условно приписать стандартный электродный потенциал, то стандартные потенциалы других полуреакций можно определять относительно этого условного эталона. В качестве такого условного эталона выбрана полуреакция, соответствующая восстановлению ионов H^+ с образованием молекул H_2. Ей условно приписывается стандартный потенциал, равный 0 В:

$$2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2 \quad E^0 = 0 \text{ В}.$$

Гальванический элемент, в котором протекает реакция, например, между Zn и H^+, характеризуется окислительно – восстановительным процессом:

$$Zn + 2H^+ \leftrightarrow Zn^{2+} + H_2.$$

Окисление цинка происходит в анодном, а восстановление H^+ - в катодном отделении. В подобном гальваническом элементе работающий при стандартных условиях ($C(H^+) = 1$ моль/л и $p(H_2) = 1$ атм.) стандартный водородный электрод состоит из платиновой проволоки и платиновой фольги, покрытой тонко измельченной платиной – платиновой чернью. Электрод заключен в стеклянную трубку, в которой собирается газообразный водород, выделяющийся над поверхностью платины.

Описанный гальванический элемент создает стандартную ЭДС $E° = 0{,}76$ В. Принимая во внимание потенциал стандартного водородного

электрода ($E^0 = 0$), можно вычислить стандартный потенциал Zn:

$$E^0_{\text{элемента}} = E^0_{\text{катод}} - E^0_{\text{анод}}, \quad 0{,}76\ \text{В} = 0 - E^0_{\text{анод}}.$$

Таким образом, цинку приписывается стандартный потенциал, составляющий - 0,76 В.

Стандартные потенциалы других электродных полуреакций устанавливаются путем измерений ЭДС гальванических элементов аналогичным образом.

Данные об электродных потенциалах приведены в табл. 10.2. Комбинируя между собой соответствующие реакции, можно по их электродным потенциалам вычислять стандартные ЭДС самых разнообразных гальванических элементов.

10.3.2. Гальванические элементы, применяемые на практике

Гальванические элементы получили широкое применение как удобные источники энергии, важным достоинством которых является компактность. Для создания гальванического элемента в принципе подходит любая самопроизвольная окислительно - восстановительная реакция. Лабораторные образцы гальванических элементов с солевым мостиком позволяют понять принцип действия электрохимического элемента. Однако они неудобны для практического использования.

Ниже рассмотрено устройство распространенных электрических батарей, применяемых на практике. Электрическая батарея, как правило, представляет собой несколько соединенных друг с другом гальванических элементов. При последовательном соединении нескольких гальванических элементов ЭДС батареи равна сумме ЭДС отдельных элементов.

Свинцовая аккумуляторная батарея

Одним из вариантов широко применяемых гальванических элементов является свинцовая аккумуляторная батарея. Свинцовая аккумуляторная батарея напряжением 12 В, используемая в автомобилях, состоит из шести гальванических элементов, каждый из которых дает напряжение 2 В. Анод такого элемента выполнен из свинца, а катод - из диоксида свинца PbO_2, заполняющего металлическую решетку. Оба электрода погружены в серную кислоту. В процессе разрядки батареи в ней протекают электродные реакции:

(анод) $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- \rightarrow PbSO_4\downarrow$,

(катод) $PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow PbSO_4\downarrow + 2H_2O$,

---

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O. \qquad (10.7)$$

Между Pb и PbO_2 не должно быть прямого физического контакта. Чтобы предотвратить соприкосновение электродов, между ними помещают перегородки из стекловолокна. Для повышения силы снимаемого тока в каждом элементе помещено несколько анодных и катодных пластин.

Из уравнения (10.7) видно, что в процессе разряда свинцовой аккумуляторной батареи расходуется серная кислота. Концентрированная серная кислота имеет высокую плотность, но в процессе разрядки батареи плотность электролита уменьшается.

Электролит в свежезаряженной батарее имеет плотность 1,25 - 1,30 г/см^3. Если его плотность становится ниже 1,20 г/см^3, батарея нуждается в перезарядке. Плотность электролита измеряют с помощью ареометра. Это устройство снабжено поплавком, глубина погружения в жидкость которого зависит от ее плотности.

Для заряда свинцовой аккумуляторной батареи используется внешний источник энергии, позволяющий обращать направление самопроизвольной окислительно - восстановительной реакции (10.7).

Перезарядка возможна благодаря тому, что $PbSO_4$, образующийся во время разряда батареи, не отделяется от электродов. Поэтому при подключении внешнего источника энергии электроны перетекают с одного электрода на другой, а $PbSO_4$ превращается в Pb на одном электроде и в PbO_2 на другом, т. е. вновь образуются вещества, имевшиеся в свежезаряженной батарее. При слишком быстрой зарядке батареи возможно разложение воды на H_2 и O_2. Смесь H_2 и O_2 взрывоопасна, кроме того, эта вторичная реакция приводит к сокращению срока службы батареи. Выделение газообразных водорода и кислорода приводит к механическому удалению Pb, PbO_2 или $PbSO_4$ с поверхности электродов и их накоплению в виде шлама в нижней части батареи. Со временем это может вызвать короткое замыкание в батарее и вывести ее из строя.

Сухой элемент

Разновидность гальванических элементов, называемая сухим элементом, получила широкую известность благодаря тому, что этот элемент используется для питания компактных электрических фонарей, радиоприемников и другой бытовой электронной техники.

В одном из вариантов изготовления сухого элемента анод выполняется в виде цинковой оболочки, наполненной влажной пастой из MnO_2, NH_4Cl и угольного порошка. В пасту погружен инертный катод - графитовый стержень. Снаружи сухой элемент имеет декоративную защитную оболочку из картона или полимерного материала. В этом гальваническом элементе протекают следующие электродные реакции:

(анод) $Zn - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$,

(катод) $2NH_4^+ + 2MnO_2 + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$.

В другом варианте (щелочном) вместо NH_4Cl используется КОН. Анодная реакция и в этом случае включает окисление Zn, а катодная реакция - восстановление MnO_2. Сухой элемент такого типа обладает большей работоспособностью, чем кислый, поскольку в нем не возникает коррозии цинкового анода, имеющей место при взаимодействии металла с NH_4Cl в присутствии влаги. Однако щелочные сухие элементы дороже. В любом варианте сухой элемент дает напряжение около 1,5 В.

Щелочной аккумулятор. Никель – кадмиевая батарея

Поскольку сухие элементы нельзя перезаряжать, их приходится заменять. Поэтому большое распространение получила никель - кадмиевая перезаряжаемая батарея, удобная для применения в различных бытовых приборах, питаемых аккумуляторами, и в переносных электронных устройствах. Анод этой батареи изготавливается из металлического кадмия, катод – из диоксида никеля. В качестве электролита используется щелочь (KOH, LiOH).

При работе батареи протекают следующие электродные реакции:

(анод) $Cd + 2OH^- - 2e^- \rightarrow Cd(OH)_2\downarrow$,

(катод) $NiO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2\downarrow + 2OH^-$.

Как и в свинцовой аккумуляторной батарее, в никель - кадмиевой батарее продукты реакции не отделяются от электродов. Это позволяет легко проводить обратные реакции при перезарядке. Поскольку ни на стадии раз-

ряда, ни на стадии заряда не происходит выделения газов, никель - кадмиевую батарею можно герметизировать, что представляет собой значительное удобство при эксплуатации.

Топливный элемент

Многие вещества могут быть использованы в качестве топлива, так как их взаимодействие с кислородом воздуха сопровождается экзотермическим тепловым эффектом. Получаемую при горении тепловую энергию нередко превращают в электрическую энергию. Поскольку горение представляет собой окислительно - восстановительную реакцию, последнюю можно использовать для прямого получения электрического тока, создав соответствующий гальванический элемент.

Прямое преобразование химической энергии в электрическую имеет большие преимущества по сравнению с обычным способом превращения химической энергии сначала в тепловую и лишь после этого в электрическую. При получении электрической энергии из тепловой последнюю используют для превращения воды в пар. Затем пар приводит в действие турбину, которая вращает генератор. При превращении энергии из одной формы в другую или при ее передаче от одного вещества к другому происходят неизбежные потери энергии. Обычно в электрическую энергию удается превратить не более 40 % энергии, полученной в результате сгорания топлива; остальная часть рассеивается в окружающую среду. Прямое получение электрической энергии из топлива при помощи гальванических элементов обеспечивает более высокий коэффициент преобразования химической энергии топлив в электрическую энергию. Гальванические элементы, в которых реагентами служат способные к горению вещества, называются **топливными элементами.**

Одной из возникающих при разработке топливных элементов проблем является высокая температура, сопровождающая работу большинства подобных элементов. Разработан низкотемпературный топливный элемент, в

котором используется H_2, но пока что этот топливный элемент дорог для широкого применения.

В кислородно - водородном топливном элементе протекают следующие электродные реакции:

(анод) $2H_2 + 4OH^- - 4e^- \rightarrow 4H_2O$,

(катод) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$.

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$.

Электроды данного элемента выполнены в виде полых трубок из пористого прессованного угля, пропитанного катализатором; электролитом служит КОН (рис. 10.2). Топливный элемент работает до тех пор, пока не прекращается подача реагентов.

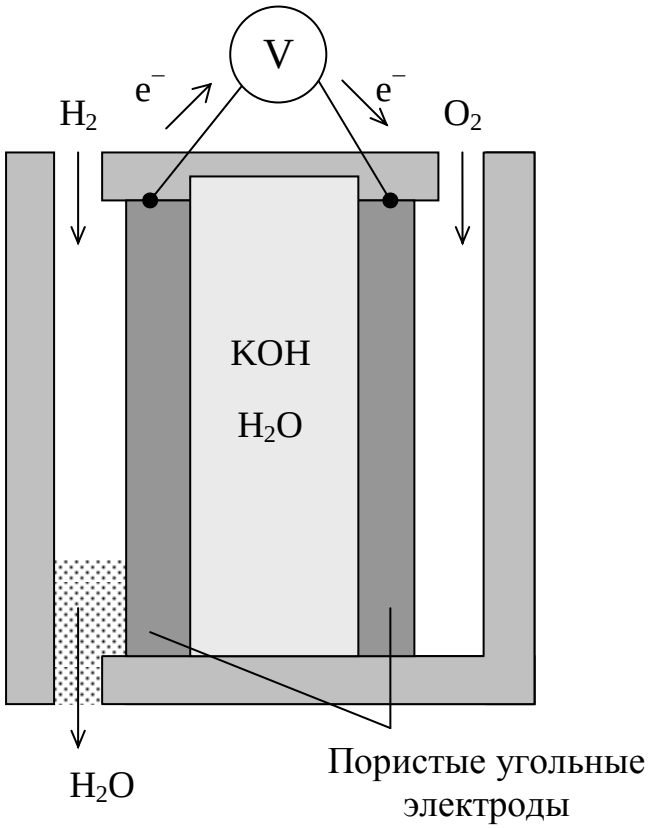


Рис. 10.2. Кислородно - водородный топливный элемент

10.4. ЭЛЕКТРОЛИЗ

С помощью гальванических элементов можно использовать самопроизвольные окислительно - восстановительные реакции для получения электрической энергии. С другой стороны, источник электрической энергии позволяет проводить несамопроизвольные окислительно - восстановительные реакции, например, разлагать расплавленный хлорид натрия на составляющие его элементы: $2NaC1 = 2Na + Cl_2$.

Подобные процессы, которые можно осуществить за счет энергии внешнего источника электрического тока, называются реакциями электролиза и проводятся в электролитических ячейках (электролизерах). Электролитическая ячейка состоит из двух электродов, погруженных в расплавленную соль или водный раствор. Электрическую энергию для проведения электролиза получают от внешнего источника постоянного электрического тока.

Электролиз – это совокупность окислительно - восстановительных процессов, протекающих на электродах под действием внешнего источника постоянного тока.

При электролизе расплавленного NaC1 ионы Na^+ притягиваются и затем присоединяют электроны на отрицательном электроде, восстанавливаясь до металла. Точно так же происходит перемещение ионов $C1^-$ к положительному электроду, где они отдают электроны и окисляются (рис. 10.3)

Как и в гальваническом элементе, электрод, на котором происходит восстановление, называется катодом, а электрод, на котором происходит окисление, называется анодом. В рассматриваемом случае в электролитической ячейке протекают следующие реакции:

(анод) $2Cl^-$ (расплав) $- 2e^- \rightarrow Cl_2$ (газ),

(катод) $2Na^+$ (расплав) $+ 2e^- \rightarrow 2Na$ (расплав).

$2Na^+$ (расплав) $+ 2Cl^-$ (расплав) $\rightarrow 2Na$ (расплав) $+ Cl_2$ (газ).

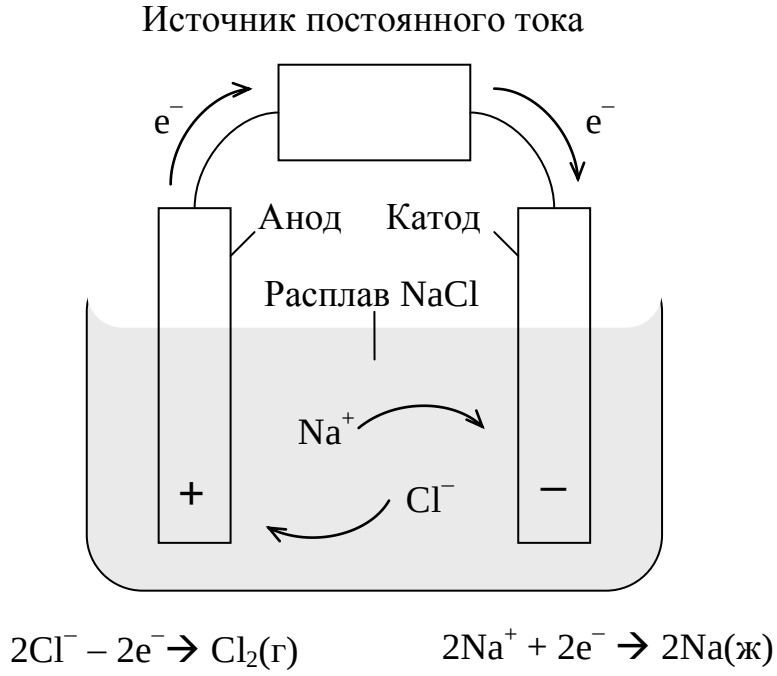


Рис. 10.3. Схема электролиза расплавленного NaCl

Рассмотренный процесс электролиза хлорида натрия используется для промышленного получения щелочного металла. Расплавленный NaCl подвергают электролизу в специальном электролизере, сконструированном таким образом, чтобы Na и Cl_2 не могли вступать в контакт друг с другом и снова образовывать NaC1. Кроме того, предусмотрено, чтобы натрий не вступал в контакт с воздухом и не образовывал оксид.

10.4.1. Электролиз водных растворов электролитов

При электролизе водных растворов солей необходимо учитывать

наличие конкурирующих процессов на катоде и аноде из-за присутствия молекул воды. Это вызвано тем, что, например, на катоде в первую очередь будут восстанавливаться ионы с большим значением электродного потенциала. Так, натрий нельзя получить электролизом водного раствора NaCl, потому что на катоде ионы водорода молекул воды восстанавливаются легче, чем ион Na^+ в растворе:

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^- \qquad E^0 = -0{,}83\ В,$$

$$Na^+ + e^- \rightarrow Na \qquad E^0 = -2{,}71В.$$

Следовательно, при электролизе водного раствора NaCl на катоде вместо натрия должен выделяться газообразный водород.

На другом электроде - аноде в случае рассматриваемой соли возможно окисление Cl^- или H_2O:

$$2Cl^- - 2e^- \rightarrow C1_2 \quad E^0 = -1{,}36\ В,$$

$$2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2 \quad E^0 = -1{,}23\ В.$$

Эти стандартные окислительные потенциалы отличаются друг от друга не слишком сильно, но из их сравнения следует, что молекулы H_2O должны окисляться с большей легкостью, чем ионы Cl^-. Однако для осуществления реакции иногда требуется намного более высокое напряжение, чем то, которое указывают электродные потенциалы. Дополнительное напряжение, необходимое для проведения электролиза, называется **перенапряжением**. Электроосаждению металлов соответствуют низкие значения перенапряжения, но перенапряжения, соответствующие выделению газообразного водорода или газообразного кислорода, обычно весьма значительны. В рассматриваемом примере перенапряжение, необходимое для образования H_2, настолько велико, что Cl^- окисляется легче, чем H_2O. По этой причине при электролизе водных

растворов NaCl (рассолов) образуются H_2 и Cl_2, если только концентрация Cl^- не слишком низка. При этом протекают следующие реакции:

$$\text{(анод)} \quad 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2,$$

$$\underline{\text{(катод)} \quad 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-.}$$

$$2Cl^- + 2H_2O \rightarrow Cl_2 + H_2 + 2OH^-.$$

Для образования H_2 и Cl_2 из раствора при стандартных условиях требуется минимальное напряжение 2,06 В. На практике для проведения электролиза используют более высокое напряжение, что объясняется наличием внутреннего сопротивления электролитической ячейки, а также отмеченным выше перенапряжением.

При электролизе водных растворов активных металлов, как, например, Na, Ca, Mg и Al, характеризующихся довольно большими отрицательными значениями стандартных электродных потенциалов, вместо соответствующего металла на катоде выделяется H_2. Поэтому такие активные металлы получают электролизом расплавов их солей. Выше мы уже кратко обсудили электролитическое получение натрия. Рассмотрим еще один пример - получение алюминия.

Для промышленного получения алюминия используют оксид Al_2O_3, добываемый в виде минерала боксита. Оксид алюминия не проводит электрический ток и имеет очень высокую температуру плавления свыше 2000 ^{0}C. Поэтому после предварительной очистки Al_2O_3 растворяют в расплавленном криолите Na_3AlF_6, в результате чего образуется расплав, проводящий электрический ток. Расплавленную смесь подвергают электролизу при температуре около 950 ^{0}C, используя угольные электроды. При электролизе на катоде выделяется алюминий, а на аноде – кислород, взаимодействующий с материалом анода:

(катод) $Al^{3+} + 3e^- = Al$ (расплав),

(анод) $C + 2O^{2-} - 4e^- = CO_2$ (газ).

10.4.2. Электролиз с активным анодом

Обсуждая электролиз расплава или раствора NaCl, мы считали электроды инертными. Это означает, что сами электроды в процессе электролиза не вступают в реакцию, а просто служат поверхностями, на которых происходят окисление и восстановление. Однако в электролитическом процессе получения алюминия анод вступает в реакцию. Следовательно, электродные реакции включают не только окисление и восстановление растворителя и растворенных веществ, но и самих электродов. При электролизе водных растворов металлический электрод окисляется, если его потенциал меньше окислительно – восстановительного потенциала воды. Например, медь окисляется легче, чем вода:

$$Cu - 2e^- = Cu^{2+} \qquad E° = 0{,}34 \text{ В}.$$

$$2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2 \qquad E^o = 1{,}23 \text{ В}.$$

К одному из многих интересных применений таких электролизных процессов относится рафинирование, или очистка, металлической меди. В промышленности соединения меди восстанавливают с помощью химических восстановителей. Например, для восстановления меди в CuS через расплавленную руду продувают воздух: $CuS + O_2 = Cu + SO_2$.

Полученная таким способом металлическая медь называется губчатой; она имеет чистоту приблизительно 99 % и содержит примеси железа, цинка, золота и серебра, а также других веществ. Некоторые примеси значительно снижают электропроводность металлической меди. Поэтому медь, идущую на изготовление электрических проводов, подвергают дальнейшей очистке. Такую очистку проводят путем электролиза. Губчатую медь помещают в элек-

тролизер и подключают к внешнему источнику тока в качестве анода. Тонкие листы чистой меди играют роль катода; электролитом служит раствор $CuSO_4$. При пропускании электрического тока медь растворяется на аноде и осаждается на катоде:

$$(\text{анод})\ Cu - 2e^- = Cu^{2+},$$

$$(\text{катод})\ Cu^{2+} + 2e^- = Cu.$$

Такие металлы, как цинк и железо, которые окисляются легче, чем медь, вместе с ней растворяются на аноде. Поскольку они восстанавливаются труднее, чем медь, регулируя напряжение, можно предотвратить их осаждение на катоде. Такие металлы, как серебро и золото, которые окисляются труднее, чем медь, не растворяются на аноде. По мере растворения меди они падают с анода и скапливаются под ним на дне ванны в виде ила. Анодный ил периодически извлекают из электролитической ванны в процессе ее очистки. Он служит важным источником получения золота и серебра.

Другим интересным применением электролиза является покрытие металлов. Если, например, в описанной выше электролитической ячейке вместо меди сделать катодом какой - либо другой металл, в процессе электролиза на нем будет образовываться медное покрытие. Вместо меди можно нанести другой металл. При этом предмет, на который хотят нанести покрытие, делают катодом в электролитической ячейке. Металл, который наносят на другие поверхности, делают анодом. Нанесенное покрытие защищает различные предметы от коррозии и улучшает их внешний вид. Многие наружные части автомобилей, например бамперы и дверные ручки, электролитически покрывают хромом.

10.4.3. Количественные аспекты электролиза

Количество продуктов химической реакции, происходящей в электро-

литической ячейке, прямо пропорционально количеству электричества, проходящему через ячейку. Например, при пропускании через электролитическую ячейку 1 моля электронов осаждается 1 моль металлического Na, а при пропускании 2 молей электронов - 2 моля Na.

Аналогично, для образования 1 моля меди из Cu^{2+} требуется 2 моля электронов, а для образования 1 моля алюминия из Al^{3+} - 3 моля электронов.

Количество электричества, протекающего через электрическую цепь, и в частности через электролитическую ячейку, измеряется в кулонах. 96 500 Кулонов (Кл) составляют 1 Фарадей: 1 Ф = 96 500 Кл = заряд 1 моля электронов.

Кулон представляет собой такой электрический заряд, который протекает за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока 1 ампер (А). Следовательно, чтобы определить, какое количество электричества Q (в кулонах) пропущено через электрохимическую ячейку, нужно умножить силу тока I в амперах на время его пропускания t в секундах: $Q = I \cdot t$.

10.5. ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Эффективность промышленного производства в немалой степени зависит от долговечности и надежности применяемого оборудования. В первую очередь это относится к механизмам и конструкциям, изготовленным из различных металлов. На практике металлическое оборудование подвергается не только тем или иным механическим нагрузкам, оно испытывает и различные виды химического воздействия, вызывающие коррозионные процессы. Так, согласно имеющимся оценкам, примерно 15 % ежегодного мирового производства железа идёт на замену металлических изделий, пришедших в негодность из-за коррозионных повреждений.

10.5.1. Химическая коррозия металлов

Коррозией металлов и сплавов называется их химическое разрушение, обусловленное взаимодействием металлических материалов с окружающей средой. В процессе коррозии протекают реакции окисления - восстановления, в которых окислителем является среда, контактирующая с металлами.

В зависимости от механизма протекания коррозия металлов может быть химическая и электрохимическая.

При химической коррозии происходит непосредственное взаимодействие металла с агрессивной средой, не являющейся электролитом. Причем агрессивная среда может быть как в газообразном, так и в жидком состоянии.

Например, при действии кислорода или хлора протекают реакции с образованием соответствующих продуктов - оксидов или хлоридов металлов, например, железа:

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3,$$
$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3.$$

Скорость окисления металлов в газах зависит от природы металла, состава газа и температуры. В результате химической коррозии металл покрывается слоем продуктов реакции окисления (чаще всего пленкой оксида или гидроксида). Образующаяся пленка препятствует диффузии окислителя к металлу и тем самым замедляет, а иногда и прекращает дальнейшую коррозию металла. Поэтому большое значение для скорости протекания химической коррозии имеют состав и структура образующихся продуктов окисления.

Например, алюминий в сухом воздухе, или под действием кислорода,

растворенного в воде, покрывается тонкой (50 – 100 $\overset{0}{A}$), но очень плотной пленкой оксида, после чего окисление металла практически прекращается. В случае железа оксидные слои (FeO или Fe_3O_4) не образуют сплошной пленки на его поверхности и не предохраняют металл от дальнейшего разрушения.

10.5.2. Электрохимическая коррозия

Электрохимическая коррозия - процесс самопроизвольного разрушения одного из контактирующих в токопроводящей среде металлов. Важно, что токопроводящей средой может быть не только раствор какого-либо электролита, но даже тонкая пленка влаги, практически всегда присутствующая на поверхности металлов и металлических конструкций, эксплуатируемых в воздушной среде.

Коррозия металлов в электролитах является результатом образования короткозамкнутых гальванических элементов. В таком гальваническом элементе отрицательным полюсом работает тот металл, потенциал которого меньше (отрицательнее), а второй металл служит положительным полюсом.

Разрушается (растворяется) тот металл, который имеет более отрицательный потенциал - это анод. Анодное разрушение поверхности металла собственно и составляет процесс электрохимической коррозии.

На положительном полюсе - катоде происходит тот процесс восстановления из раствора, потенциал которого положительнее.

В зависимости от состава раствора, находящегося около положительного электрода, возможно протекание одного из трёх конкурирующих процессов:

1. В нейтральном и щелочном растворах, не содержащих ионов металлов, потенциал которых более положителен, чем - 0,8 В, происходит восстановление растворенного в воде молекулярного кислорода. В этом случае

процесс называется коррозией с кислородной деполяризацией:

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-.$$

Пример. Контакт металлического железа (E^0 = - 0,44 В) с цинком (E^0 = - 0,76 В) в присутствии воды (рис. 10.4) сопровождается следующими электродными процессами:

$$\text{(анод)}\ \ Zn - 2e^- = Zn^{2+},$$
$$\underline{\text{(катод)}\ O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-.}$$
$$2Zn + O_2 + 2H_2O = 2Zn(OH)_2.$$

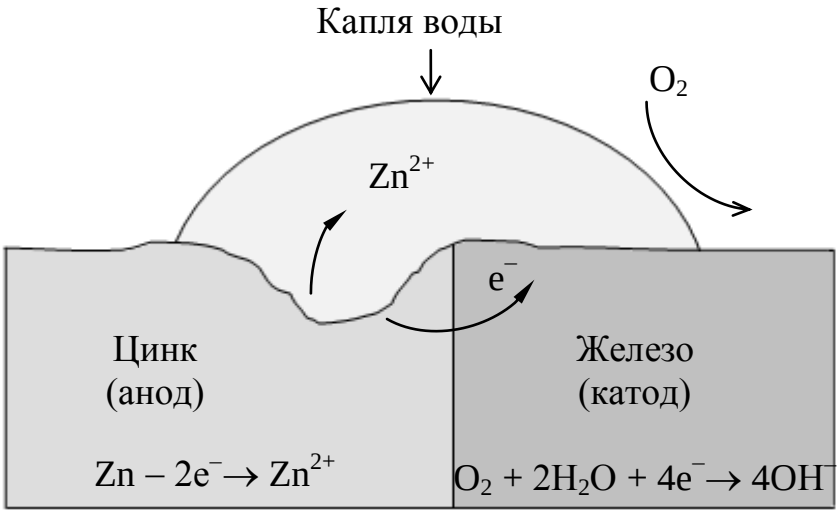


Рис. 10.4. Контакт металлического железа с цинком в присутствии воды

2. В кислом растворе происходит восстановление ионов водорода. Тогда процесс называют коррозией с водородной деполяризацией:

$$2H^+ + 2e^- = H_2.$$

Пример. Контакт магния (E^0 = - 2,36 В) с медью (E^0 = 0,34 В) в растворе соляной кислоты сопровождается следующими электродными процессами:

$$\text{(анод)}\ \ Mg - 2e^- = Mg^{2+},$$

$$\underline{\text{(катод)}\ \ 2H^+ + 2e^- = H_2.}$$

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

3. В растворе, содержащем ионы металлов Me^{n+}, потенциал которых более положителен, чем - 0,8 В, происходит восстановление этих ионов:

$$Me^{n+} + ne^- = Me^0.$$

Процесс металлической деполяризации имеет место при работе гальванических элементов. При коррозии этот процесс встречается редко.

10.5.3. Причины, вызывающие образование гальванопар на поверхности металла

Появление разности потенциалов сопровождает любой контакт металл - электролит. В случае возникновения на поверхности металла участков с различным значением потенциала, образуются гальванические элементы и протекает электрохимическая коррозия.

Распространенной причиной возникновения на металлической поверхности участков с различным значением потенциала может быть структурная неоднородность металла. Неоднородность внутренних напряжений в металлическом изделии также может приводить к возникновению гальванической пары, т. к. сжатие увеличивает электродный потенциал металла, а растяжение - уменьшает. Поэтому в деформированной детали сжатые слои

металла будут играть роль катода, а растянутые - роль анода, подвергаясь при этом разрушению.

Непостоянный состав электролита над различными участками поверхности металла, например, обусловленный разной концентрацией растворенных солей и газов, тоже может вызвать возникновение разности потенциалов. Многие другие факторы, например, различная скорость движения электролита по поверхности металла, также могут служить причиной образования участков с различным значением электродного потенциала металла.

Известен еще один специальный вид гальванопар, который часто приходится учитывать на практике, это так называемые пары дифференциальной аэрации. Пары дифференциальной аэрации возникают в том случае, когда металл или металлическое изделие подвергается неоднородному воздействию кислорода воздуха. Та часть поверхности металла, к которой кислород попадает легче, становится катодом элемента. Анодом же будет часть поверхности, менее доступная кислороду. Это является следствием изменения электродного потенциала при действии кислорода на поверхность металла.

На практике приходится часто встречаться с парами дифференциальной аэрации, например, при подземной коррозии. Допустим, трубопровод проходит сначала через легко проницаемую для воздуха песчаную почву, а затем через пласт глины, сквозь которую воздух проникает с трудом. Если не принять специальные меры защиты от коррозии, в этом случае тоже может возникнуть пара дифференциальной аэрации, причем будет разрушаться та часть трубы, которая проходит через глину.

10.5.4. Коррозия металлов в защитных и антифрикционных маслах

Для защиты металлов от коррозии часто применяется нанесение масляного покрытия как на эксплуатируемое оборудование, так и на подлежащее консервации. Однако при определенных условиях коррозионные процессы

могут протекать и при наличии подобного защитного покрытия. Следует отметить, что в работающем двигателе, где металл соприкасается с нагретым маслом, при определенном составе масла также идут коррозионные процессы.

Химическую коррозию могут вызывать соединения нефтепродуктов, способные реагировать с металлом в молекулярном состоянии: образующиеся в результате окисления высокомолекулярные и в ещё большей мере низкомолекулярные органические кислоты, сернистые соединения, являющиеся продуктом сгорания топлив, содержащих серу.

Цветные металлы и сплавы, применяемые в подшипниках - свинец, кадмий и другие - особенно подвержены химической коррозии.

В практике коррозионной защиты различают коррозию наружных поверхностей и соответственно наружную консервацию и коррозию внутренних поверхностей машин и механизмов.

Коррозия наружных поверхностей, как правило, носит электрохимический характер:

$$2Me + O_2 + 2H_2O = 2Me(OH)_2.$$

Внутренняя коррозия чаще всего протекает по смешанному электрохимическому и химическому механизму. Именно совокупность двух типов коррозии приводит к наибольшему износу техники.

Для повышения антикоррозионных свойств масел применяются различные вещества. Для борьбы с химической коррозией в двигателях внутреннего сгорания используются антиокислительные и противокоррозионные присадки.

Антиокислительные присадки (некоторые амины, фенолы, фосфиды) предотвращают или замедляют окисление минеральных масел и топлив и поэтому уменьшают накопление в них коррозионно - активных веществ.

Противокоррозионные присадки, например, алкилфенольные, защищают металл от химической коррозии путем образования на нем адсорбци-

онных пленок, устойчивых к воздействию коррозионно - активных веществ.

Антиокислительные и противокоррозионные присадки, как правило, не защищают металл от электрохимической коррозии, от коррозии в присутствии воды, потому что адсорбционные пленки, образующиеся на металле под влиянием антикоррозионных присадок, пропускают воду, разрушаются и десорбируются. Поэтому для предотвращения электрохимической коррозии используют специальные ингибиторы электрохимической коррозии. Эти вещества обычно представляют собой органические соединения, молекулы которых состоят из двух частей - углеводородного радикала и функциональной группы, обеспечивавшей защитные свойства.

Уменьшение электрохимической коррозии металла с помощью этих ингибиторов может достигаться двумя путями: они вытесняют воду с поверхности металла, создавая на нём адсорбционную пленку, не пропускающую воду и не разрушаемую водой; они могут избирательно затруднять катодные или анодные процессы при коррозии.

Решение типовых задач

Задача 1. Как будет протекать процесс коррозии в том случае, если алюминиевые листы конструкции, эксплуатируемой во влажной атмосфере, скрепить железными болтами?

Решение. В местах соприкосновения двух металлов образуется гальванический элемент. Металл, который окисляется легче, играет при этом роль анода, а второй металл - роль катода. Из сравнения стандартных электродных потенциалов алюминия (E^0 = - 1,66 В) и железа (E^0 = - 0,44 В) следует, что алюминий будет играть роль анода:

$$(\text{анод})\ Al - 3e^- = Al^{3+}.$$

На катоде (железо) пойдет процесс восстановления кислорода:

(катод) $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$.

Таким образом, в месте контакта с железом алюминий будет корродировать, что приведет к нарушению прочности крепления:

$$4Al + 3O_2 + 6H_2O = 4Al(OH)_3.$$

Задача 2. Слой цинка на "гальванизированном" (оцинкованном) железе называют "жертвенным анодом". Что это означает? Оказывает ли хром такое же действие на железные изделия, покрытые хромом?

Решение. Цинк окисляется легче, чем железо, потому что его стандартный электродный потенциал (E^0 = - 0,76 В) отрицательнее (для железа E^0 = - 0,44 В). Поэтому при контакте цинка и железа анодному растворению подвергается цинк:

(анод) $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$.

На катоде, которым является железо, при этом будет происходить восстановление, например, ионов водорода (в кислом растворе):

(катод) $2H^+ + 2e^- = H_2$.

Если в контакте с железом находится хром (E^0 = - 0,74 В), он также играет роль "жертвенного анода", поскольку его стандартный электродный потенциал меньше, чем у железа.

Такой способ защиты железа (или другого металла) от коррозии путем превращения его в катод электрохимического элемента называется **катодной защитой.**

Задача 3. Определить процессы, которые будут протекать при контакте железа и никеля в растворе серной кислоты (гальванопара $Fe/H_2SO_4/Ni$).

Решение. Из двух данных металлов меньшее значение стандартного электродного потенциала имеет железо (для железа E^0 = - 0,44 В, для никеля E^0 = - 0,25 В). Следовательно, анодному растворению будет подвергаться железо:

$$(\text{анод}) \quad Fe - 2e^- = Fe^{2+}.$$

В кислой среде на катоде гальванопары (на никеле) будут восстанавливаться ионы водорода:

$$(\text{катод}) \quad 2H^+ + 2e^- = H_2.$$

Если рассматриваемая гальванопара будет реализована в растворе хлорида натрия (Fe/NaCl/Ni), то катодный процесс будет заключаться в восстановлении растворенного кислорода:

$$(\text{катод}) \; O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-.$$

10.6. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ

К количественным методам оценки степени коррозионного разрушения относятся:

1. Определение изменения массы образцов (массометрический метод).

2. Определение объема выделяющихся газообразных продуктов или объема газа, поглощаемого в процессе коррозии (объемный метод).

3. Химический анализ раствора (аналитический метод), применяемый при изучении скорости коррозии отдельных компонентов сплава.

Наиболее широко распространенным, благодаря своей простоте и надежности, является массометрический метод. Это - прямой метод, непосредственно связанный с массой разрушенного металла.

Показателем скорости коррозии в данном методе является величина К,

представляющая собой отношение:

$$К = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot t},$$

где m_0 - масса образца до коррозии, г; m_1 - масса образца после коррозии; S - площадь поверхности образца, $м^2$; t - время коррозионного разрушения, ч.

Массовые потери при коррозии могут быть пересчитаны в скорость коррозии, выраженную в мм/год:

$$П = \frac{8{,}76 \cdot К}{\rho},$$

где П - скорость коррозия, мм/год; К - скорость коррозии, $г/(м^2 \cdot ч)$; ρ - плотность металла, $г/см^3$; 8,76 - коэффициент пересчета.

На основании величины П можно произвести оценку химической стойкости металлов по десятибалльной шкале (таблица 10.3).

10.7. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ

Методы борьбы с коррозией чрезвычайно многочисленны и разнообразны. Выбор того или иного метода зависит от природы и структуры подлежащего защите материала, от условий его работы, от коррозионных свойств среды. Все эти методы удобно разделить на три группы:

1) изменение внешних условий работы изделия;

2) изменение структуры металла, подлежащего защите;

3) защита поверхности.

В последней группе можно выделить три подгруппы: а) нанесение ок-

сидных пленок; б) нанесение неметаллических покрытий; в) нанесение металлических покрытий (включая гальванические покрытия).

Таблица 10.3

Шкала коррозионной стойкости металлов

Группа стойкости	П, мм/год	Балл
1. Совершенно стойкие	< 0,001	0
2. Весьма стойкие	0,001 – 0,005 0,005 -0,01	1 2
3. Стойкие	0,01 – 0,05 0,05 – 0,1	3 4
4. Пониженностойкие	0,1 – 0,5 0,5 – 1,0	5 6
5. Малостойкие	1,0 – 5,0 5,0 – 10,0	7 8
6. Нестойкие	> 10,0	9

Изменение внешних условий работы конструкции (изделия). Коррозию можно уменьшить или устранить, создав такие условия для работы изделия, которые затрудняли бы разряд ионов водорода или ионизацию кислорода на катодах микрогальванопар или затрудняли бы растворение анодных участков. Здесь можно указать три пути.

Защита обработкой среды. Можно устранить кислородную деполя-

ризацию удалением кислорода из раствора, вызывающего коррозию. Например, воду для паровых котлов освобождают от кислорода добавкой какого - либо восстановителя. Введением в раствор других добавок можно пассивировать анодные составляющие защищаемого металла. Например, в холодильных установках, где в железной аппаратуре циркулируют специальные растворы, добавка кремнекислого натрия или хромпика ($K_2Cr_2O_7$) пассивирует железо и ослабляет коррозию.

Защита приложением внешней ЭДС (**катодная защита**). Этот чисто электрохимический метод заключается в том, что изделие, подлежащее защите от коррозии, соединяют с отрицательным полюсом внешнего источника электричества, т. е. сообщают ему катодную поляризацию; анодами служат чугунные, свинцовые или графитовые пластины, погруженные в тот же раствор, что и защищаемое изделие. На катодной поверхности выделяется водород, растворение защищаемого металла не происходит. Для защиты железа от коррозии в растворах хлористого натрия достаточна плотность тока на защищаемой конструкции 10 - 12 мкА/см^2. При интенсивно перемешиваемом растворе необходима плотность тока до 250 мкА/см^2. Катодную защиту применяют для котлов, химической аппаратуры и т. п. Однако эффективность ее в изделиях сложной конфигурации невысокая.

Защита протекторами. Этот метод, также электрохимический, заключается в том, что к защищаемому изделию прикрепляют протекторы - пластинки, муфты и т. п. из металла (чаще всего из цинка), имеющего более отрицательный потенциал. В возникающей гальванической паре металл протектора анодно растворяется. Протекторы по мере износа нужно менять. Метод эффективен в среде, хорошо проводящей электрический ток. Радиус действия протектора невелик, и поэтому для защиты большой поверхности приходится устанавливать много протекторов.

Изменение структуры металла изделия. Электрохимическую коррозию можно ослабить, изменив состав и структуру металла легированием, т. е. введением в сплав с защищаемым металлом некоторых добавок. В этом

направлении возможны три пути:

1) Вводится добавка более благородного металла, образующего твердый раствор с основным металлом. Потенциал анодного растворения повышается, и тем самым коррозия затрудняется. Однако, чтобы достигнуть значительного повышения потенциала, приходится вводить значительные количества более благородного металла. Например, медь устойчиво защищается добавкой золота в количестве 52 - 53,5 % (по массе). Конечно, такой метод защиты дорог и применяется, например, в ювелирной промышленности.

2) Вводится добавка, которая, образуя сплав с различными составляющими основного металла (обычно многокомпонентного сплава), может повлиять так, что потенциалы всех составляющих сблизятся и, следовательно, ЭДС микрогальванопар уменьшится.

3) Вводится добавка, которая может подвергаться коррозии наряду с основным металлом, но продукты ее разрушения образуют на поверхности изделия плотные защитные пленки, препятствующие дальнейшей коррозии. Так, при разрушении кремнистого чугуна или стали на поверхности образуется пленка силикатов, обладающая защитными свойствами.

Защита поверхности металла. Защита оксидными пленками. Известно, что пленка оксида (или других продуктов коррозии) на поверхности может защищать металл от дальнейшего разрушения. Подбирая условия обработки, можно искусственным путем создать малопористую, достаточно устойчивую пленку оксидов на металлической поверхности. Наибольшее распространение получили следующие приемы.

Воронение, или **оксидирование стали**. Способы его выполнения очень разнообразны. Обработка железа паром, а затем восстанавливающими газами при температурах около 900 °С приводит к образованию пленки оксидов, состоящей в наружном слое из Fe_3O_4 и в более глубоком - из FeO. Воронение достигается также погружением стали в расплавленную смесь селитры и диоксида марганца при 300 °С или кипячением в щелочных окислительных

растворах, содержащих, например, едкий натр, селитру и диоксид марганца. В этих случаях в поверхностном слое образуется Fe_2O_3. Воронение сообщает изделию красивый бархатистый темно-синий с черным отливом цвет.

Однако в качестве коррозионной зашиты воронение недостаточно прочно. Оно пригодно лишь при работе в атмосферных условиях и требует периодической смазки изделия.

Фосфатирование стали. Процесс заключается в образовании на поверхности изделия пленки фосфорнокислых солей марганца и железа. Применяемая рецептура довольно разнообразна. Полученная пленка дополнительно покрывается специальным лаком. Покрытие достаточно устойчиво к коррозии в атмосферных условиях и даже в не слишком агрессивных жидких средах.

Оксидирование алюминия. Оксидная пленка на алюминии обладает высокой коррозионной устойчивостью в атмосферных условиях. Пленка может быть создана обработкой алюминия или его сплавов щелочными растворами, содержащими окислители, главным образом, хромовокислые соли. Можно, например, проводить травление в ванне, содержащей соду, едкий натр и бихромат калия, с последующей обработкой 2 % - ным раствором хромовой кислоты.

Анодное окисление алюминия. Весьма прочная пленка на алюминии получается при его анодной поляризации в 3 % - ном растворе хромовой кислоты при 40 °С. Катодом служит графит. Вследствие анодного пассивирования алюминия напряжение поднимается до 40 - 50 В.

Еще лучшие результаты дает анодное окисление алюминия в 20 % - ном растворе серной кислоты при 30 °С и плотности тока 2 А/дм^2 в течение 10 мин. Катодами служат свинцовые пластины. После электролиза изделие погружают в горячий раствор $K_2Cr_2O_7$. Получаемое покрытие настолько прочно, что даже после месяца работы в морской воде почти не обнаруживает признаков коррозии. Оксидная пленка служит прекрасным электроизолятором, выдерживая напряжение свыше 10 000 В. Поэтому анодное окисление алю-

миниевой проволоки применяют при изготовлении электротехнической аппаратуры.

Защита неметаллическими покрытиями. Покрытие красками или лаками является наиболее распространенным видом защиты металлов от коррозии. Пленка покрытия должна обладать большим электрическим сопротивлением и препятствовать работе микрогальванопар. Основой покрытия является пленкообразующее вещество (олифа и другие высыхающие масла). Для ускорения высыхания добавляют сиккативы - соединения свинца, марганца, кобальта и др. Наконец, для придания покрытию твердости и желаемого внешнего вида к краске добавляют пигменты - окрашенные соединения свинца, цинка, железа, хрома, меди, титана и т.д. Лакокрасочное покрытие должно плотно прилегать к поверхности металла, образуя сплошной слой. В противном случае в пустотах и порах под пленкой краски может удерживаться вода, которая будет служить электролитом для микрогальванопар на поверхности металла.

Из других неметаллических покрытий отметим бетон, асфальт, смолы, битумы, применяемые чаще всего для защиты подземных сооружений - трубопроводов, кабелей, оснований металлических конструкций и т. п. Для мелких изделий, предметов домашнего обихода и химической аппаратуры применяют защиту эмалью - слоем оплавленных силикатов, а также искусственными смолами и пластмассами.

Защита металлическими покрытиями. Широко применяется защита металлических изделий покрытием их слоем другого металла. Соответствующее покрытие должно удовлетворять ряду требований.

Необходимо обеспечить прочное сцепление слоя покрывающего металла с основным металлом. Прочность сцепления достигается либо за счет образования промежуточного слоя сплава обоих металлов, либо за счет сил сцепления. В обоих случаях поверхность основного металла должна быть предварительно тщательно очищена.

Покрытие должно быть пластичным, не растрескиваться и не отставать

от основы при изгибании. Иногда предъявляются специальные требования к твердости, стойкости к истиранию, жаростойкости и т.д. Покрывающий слой должен обладать равномерной заданной толщиной.

Покрытие должно защищать основной металл изделия от коррозии. В этом отношении следует различать два случая. Если металл покрытия имеет более положительный потенциал, чем металл основы, и при этом покрытие обладает порами, трещинами или царапинами, то при проникновении электролита в поры образуется гальваническая пара, в которой металл покрытия становится катодом, а металл основы - анодом. Возникновение такой пары будет только способствовать коррозии основного металла. Поэтому подобные покрытия, называемые катодными, должны быть сплошными, беспористыми и полностью исключать доступ вызывающих коррозию веществ к основному металлу. Примером может служить покрытие железа медью или меди серебром. Конечно, металл катодного покрытия сам по себе должен быть коррозионностоек.

Если потенциал металла покрытия более отрицателен, чем потенциал металла основы, то при доступе электролита к металлу основы последний будет играть роль катода в возникающей гальванической паре. Металл же покрытия станет анодом и будет разрушаться. Поэтому подобные покрытия, называемые анодными, даже и при нарушении непрерывности слоя защищают основной металл от коррозии. Примером анодного покрытия может служить нанесение цинка на железо.

Способы нанесения металлических покрытий очень разнообразны. К ним относятся:

1) способ горячего погружения;

2) пульверизация, заключающаяся в распылении расплавленного металла струей сжатых газов на подлежащую покрытию поверхность;

3) плакирование, заключающееся в совместной горячей прокатке покрываемого металла и тонкой пластины покрывающего металла;

4) диффузионные покрытия (цементация), получающиеся нагреванием

покрываемого изделия в порошке металла, подлежащего нанесению;

5) контактные покрытия, получающиеся погружением изделия из менее благородного металла в раствор соли более благородного металла;

6) гальванические покрытия.

Рассмотрим подробнее **гальванические покрытия.** Гальванические покрытия получают путем электролиза. Так как процесс ведут при невысоких температурах (от 15 до 60 °С), то приставание наносимого слоя к основному металлу достигается только за счет сил сцепления, причем иногда осадок даже воспроизводит, продолжает кристаллическую структуру основы. Поэтому очень важно предварительно тщательно очистить поверхность изделия. Впрочем, иногда имеет место и диффузия наносимого металла, хотя и на очень небольшую глубину. Гальванический осадок в большинстве случаев может быть получен любой толщины - от десятитысячных долей миллиметра до нескольких миллиметров. Наиболее часто применяют гальваническое осаждение цинка, никеля, хрома, меди, олова, золота, серебра, реже свинца, кадмия, кобальта, железа. Для специальных целей можно производить покрытие платиной, вольфрамом, сурьмой, мышьяком.

10.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Определите, будет ли протекать реакция окисления – восстановления между растворами солей KBr и $FeCl_3$:

$$2KBr + 2FeCl_3 = Br_2 + 2KCl + 2FeCl_2.$$

$E^0(Br_2/2Br^-) = 1{,}06$ В; $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В.

2. Установите, можно ли перемешивать раствор $Fe(NO_3)_3$ алюминиевой ложкой?

$E^0(Al^{3+}/Al) = -1{,}66$ В; $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; $E^0(Fe^{2+}/Fe) = -0{,}44$ В.

3. Запишите процессы, протекающие на электродах при электролизе водных растворов следующих веществ: NaCl, $Ca(NO_3)_2$, HCl, $Fe_2(SO_4)_3$, KOH, $ZnSO_4$. Рассмотрите два случая электролиза – с графитовым анодом и анодом, изготовленным из меди.

4. Составьте схемы двух гальванических элементов, содержащих железо, причем в одном из них данный металл должен быть «+», а в другом «-». Запишите уравнения протекающих электродных реакций и рассчитайте ЭДС гальванических элементов.

5. Из каких металлов необходимо составить гальванический элемент, чтобы его ЭДС была максимальной?

6. Хромирование поверхности изделий из железа придает им повышенные декоративные свойства и защищает от коррозии. В действительности покрытие из хрома наносят на тонкий слой никеля, защищающий железо. Слой хрома предохраняет никель от потускнения и создает прочную, блестящую поверхность. Обеспечивает ли никель катодную защиту железа?

7. Объясните, какой коррозионный процесс может возникнуть при соединении медной трубки с водопроводной трубой из оцинкованного железа?

8. Рассчитайте скорость коррозии алюминия в олеуме. Размеры образца металла 50х30х1 мм, масса до испытания 4,0530 г, после восьмисуточного испытания – 4,0189 г. Произведите количественную оценку коррозионной стойкости алюминия в олеуме по десятибалльной шкале.

9. Запишите уравнения электродных процессов в следующих гальванопарах: Sn/NaCl/Fe, Ni/$HgCl_2$/Cu, Cr/HCl/Fe, Zn/$CuSO_4$/Ni.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Общая химия**:** Учебник для технических направлений и специальных вузов / Н.В. Коровин. - 9-е издание, переработанное - М.: Высшая школа, 2007. - 557 с.

Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов / Я.А. Угай. - 5-е издание, стереотипное - М.: Высшая школа, 2007. - 527 с.

Фролов В.В. Химия, 3-е изд. - М.: Высшая школа, 1986. - 432 с.

Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А. И. Ермакова. - 30-е издание, исправленное. - М.: Интеграл - Пресс, 2003. - 728 с.

Дробашева Т. И. Общая химия. - М.: Феникс, 2004 г. - 448 с.

Курс химии: Учебник для инженерно-технических вузов / Г.П. Лучинский. – М.: Высшая школа, 1985. – 416 с.

Лабораторные работы по химии**:** Учебное пособие / Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова; Под редакцией Н.В. Коровина - 4-е издание, переработанное - М.: Высшая школа, 2007. - 256 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ……...……3

Глава 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ……4

1.1. Основные классы неорганических соединений. Горные породы и минералы земной коры ……..4

1.2. Номенклатура неорганических веществ ……8

1.3. Контрольные вопросы и задания ……...11

Глава 2. НАПРАВЛЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ……..13

2.1. Энергетические соотношения в химических системах ……...13

2.2. Самопроизвольные процессы ……18

2.3. Энтальпийный и энтропийный факторы химической реакции. Энергия Гиббса ……21

2.4. Расчет изменений энергии Гиббса в стандартных условиях ……24

2.5. Подземная газификация угля – новые возможности для энергетики ……26

2.6. Задачи для самостоятельного решения ……28

Глава 3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА ……32

3.1. Скорость химической реакции ……...32

3.2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов ……...34

3.3. Молекулярность и порядок реакции ……38

3.4. Влияние давления и температуры на скорость реакции ……..41

3.5. Энергия активации ……..42

3.6. Явление катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ ……45

3.7. Задачи для самостоятельного решения ……49
Глава 4. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ ……51
4.1. Гомогенное химическое равновесие ……52
4.2. Константа химического равновесия ……..54
4.3. Гетерогенное химическое равновесие ……...57
4.4. Смещение химического равновесия ……..59
4.5. Задачи для самостоятельного решения ……64
Глава 5. ОБРАЗОВАНИЕ РАСТВОРОВ ……..66
5.1. Растворы ……...66
5.2. Способы выражения концентрации растворов ……68
5.3. Растворимость вещества и ее зависимость от различных факторов ……...……..…….74
5.4. Осмос. Осмотическое давление ……78
5.5. Давление пара растворителя над раствором. Замерзание и кипение раствора ……83
5.6. Зависимость растворимости от температуры и давления ……...89
5.7. Произведение растворимости труднорастворимого вещества ……...
91
5.8. Задачи для самостоятельного решения ……96
Глава 6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ……98
6.1. Теория электролитической диссоциации ……..98
6.2. Степень и константа электролитической диссоциации ……101
6.3. Активная концентрация ионов ……105
6.4. Солевой эффект ……107
6.5. Жесткость природной воды ……..108
6.6. Умягчение воды ……110
Глава 7. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ……...113

7.1. Реакция соли с солью ……113
7.2. Реакция соли с кислотой ……...116
7.3. Реакции с участием основных и кислых солей …….……...116
7.4. Реакции образования слабых кислот и слабых оснований ……..……...…….118
7.5. Реакции с участием амфотерных гидроксидов ……..119
7.6. Теория кислот и оснований Бренстеда - Лаури ……120
7.7. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH …….123
7.8. Гидролиз солей ……..127
7.9. Контрольные задания ……...135
Глава 8. СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА ……137
8.1. Строение электронных оболочек атомов ……137
8.2. Периодичность изменения свойств элементов ……...146
8.3. Контрольные задания ……151
Глава 9. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ……152
9.1. Общие положения ……152
9.2. Метод валентных связей ……...156
9.3. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи ……..……...161
9.4. Свойства ковалентной связи ……162
9.5. Метод молекулярных орбиталей ……170
9.6. Межмолекулярное взаимодействие и водородная связь ……173
9.7. Комплексные соединения ……176
9.8. Контрольные задания ……182
Глава 10. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ……184
10.1. Окислительно-восстановительные реакции ……184

10.2. Образование электродных потенциалов ……...192
10.3. Гальванические элементы ……..199
10.4. Электролиз ……...210
10.5. Прикладная электрохимия ……216
10.6. Методы оценки коррозионного разрушения ……225
10.7. Методы борьбы с коррозией ……..226
10.8. Контрольные задания ……..233
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ….……..235

Учебное издание

Рафаил Абдрахманович Апакашев
Валерий Васильевич Павлов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Редактор изд-ва *Л. В. Устьянцева*
Компьютерная верстка *Н. Л. Кузиной*
Дизайн обложки *Л. А. Болотновой*

Подписано в печать . Бумага писчая. Формат 60 х 84 1/16.
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.
Печ. л. 15,00. Уч.-изд. л. 11,76. Тираж 150. Заказ .

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Отпечатано с оригинал-макета в ООО «ИРА УТК».
620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«15» декабря 2018 г.
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

М. Л. Хазин

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания по самостоятельной работе студентов
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность
для студентов очного и заочного обучения

Екатеринбург, 2018

Х12

Рецензенты: Тихонов И. Н., к-т. техн. наук, зав. кафедрой «Электронное машиностроение» УрФУ, Жуков Ю. Н., д-р. техн. наук, профессор кафедры «Электронное машиностроение» УрФУ

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 05 июня 2018 года (протокол № 6) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ: Методические указания по самостоятельной работе студентов. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 24 с.

В методических указаниях по самостоятельной работе приведена последовательность выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение и технологии конструкционных материалов», изложена методика решения задач, даны задачи, вопросы для самопроверки по разделам.

Методические указания предназначены для студентов направлений 20.03.01 Техносферная безопасность, подготовка которых требует знаний по свойствам и применению металлических и неметаллических материалов.

© Хазин М. Л., 2019

© Уральский государственный
горный университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов, машин и различной аппаратуры невозможны без дальнейшего развития производства и изыскания новых материалов, как металлических, так и неметаллических.

Материаловедение является одной из первых инженерных дисциплин, основы которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической деятельности инженера-машиностроителя.

Прогресс в области машиностроения тесно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и физико-химическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. В курсе "Материаловедение" изучаются физические основы этих связей.

ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Строение металлов

Металловедение как наука о свойствах металлов и сплавов. Типы связи в твердых телах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Процесс кристаллизации.

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах, основное внимание обратите на особый тип металлической связи, который обусловливает отличительные свойства металлов: высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы

к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Уясните теоретические основы процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов, и влияния на эти параметры степени переохлаждения.

В процессе кристаллизации при формировании структуры литого металла решающее значение имеет реальная среда, а также возможность искус-

ственного воздействия на строение путем модифицирования.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?

Теория сплавов

Сплавы, виды взаимодействия компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения.

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уясните, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния нужно уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагревания и охлаждения), определять химический состав фаз. С помощью правил Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Как строятся диаграммы состояния?

5. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.

6. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

7. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

10. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

Пластическая деформация и механические свойства металлов

Напряжения и деформация. Явление наклепа. Стандартные механические свойства: твердость; характеристики, определяемые при растяжении; ударная вязкость; сопротивление усталости.

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на плотность дислокаций. Уясните связь между основными характеристиками, строением и механическими свойствами. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик.

Вопросы для самопроверки

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?

2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?

3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?

4. Как влияют дислокации на прочность металла?

5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?

6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?

7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?

8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?

9. Что такое твердость?

10. Какие методы определения твердости вы знаете?

Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов: возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уясните, как при этом изменяются механические, физико-химические свойства и размер зерна. Установите влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Научитесь выбирать режим рекристаллизационного отжига. Уясните его практическое значение, различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
8. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

Железо и его сплавы

Диаграмма состояния железо - цементит. Классификация железоуглеродистых сплавов. ГОСТы на металлы и сплавы. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Структурные классы легированных сталей. Чугуны.

Научитесь вычерчивать диаграмму состояния железо - цементит и определять все фазы и структурные составляющие этой системы. С помощью правила фаз постройте кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; разберитесь в классификации железоуглеродистых сплавов и усвойте, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обяза-

тельно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего легирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах A1, A2, A3, A4, Acm?
3. Каковы структуры серых чугунов? 1
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали?
6. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
7. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
8. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
9. В чем отличие серого чугуна от белого?
10. Классификация и маркировка серых чугунов.

Теория термической обработки стали

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработки - один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического

распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

Вопросы для самопроверки

1. Механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, тростита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и троститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. От чего зависит количество остаточного аустенита?
7. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
8. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
9. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
10. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?

Технология термической обработки

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей - термомеханической обработке.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?

4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?

5. Каковы виды и причины брака при закалке?

6. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?

7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?

8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?

9. Для чего и как производится обработка холодом?

10. . В чем сущность и особенности термомеханической обработки.

Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?

2. Химизм процесса азотирования.

3. Химизм процесса цементации.

4. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.

5. Для каких целей и как производится нитроцементация?

6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?

7. Химизм и назначение процесса цианирования.

8. Сущность и назначение процесса борирования.

9. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и какова природа этих изменений?

10. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

Конструкционные стали

Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, пружинно-рессорные стали. Высокопрочные мартенситостареющие стали. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.

Нужно усвоить принципы маркировки сталей и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали, особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации, основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющих, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.

2. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?

3. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?

4. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения?

5. Какова термическая обработка цементуемых деталей?

6. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

7. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

8. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?

9. Какие вы знаете износостойкие стали?

10. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющим сталям?

Инструментальные стали

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от назначения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9К10, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.

2. Как классифицируются инструментальные стали?

3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.

4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента.

5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.

6. Что представляют собой твердые сплавы?

7. Каковы свойства и преимущества твердых сплавов?

8. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

Алюминий, магний и их сплавы

Деформируемые и литейные сплавы.

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и применение алюминия.

2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?

3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки?

4. В чем сущность процесса старения?

5. Какие сплавы не упрочняются путем термической обработки?
6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы?
7. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы?
8. Какие вы знаете порошковые алюминиевые сплавы?
9. Каковы свойства магния?
10. Укажите свойства и назначение сплавов на основе магния.

Медь и ее сплавы

Латуни и бронзы.

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и области применения разных групп медных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?
2. Как классифицируются медные сплавы?
3. Какие сплавы относятся к латуням?
4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.
5. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.
6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
7. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза?

Композиционные материалы

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем, что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое композиты?
2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?
4. От чего зависят механические свойства композитов?
5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластические массы

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификация полимерных материалов. Свойства и области применения пластмасс.

Пластические массы - искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

Резиновые материалы

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины - каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой резина?
2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей.
4. В каких случаях применяются волокнистые наполнители?

Неорганические материалы

Поскольку большинство неорганических материалов содержит раз-

личные соединения кремния с другими элементами, эти материалы получили общее название силикатных материалов. Обратите внимание на внутреннее строение неорганического стекла. Уясните сущность стеклообразного состояния как разновидности аморфного состояния вещества. Разберитесь в изменении свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального. Уясните причины образования кристаллической структуры ситаллов.

При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной. Разберитесь в химическом и фазовом составах технической керамики, ее свойствах и области применения.

Вопросы для самопроверки

Какие силикатные материалы относятся к минеральному стеклу?

Их отличительные свойства.

Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?

Объясните причины, вызывающие кристаллизацию ситаллов (стеклокристаллитов).

Укажите область применения ситаллов.

5. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите область ее применения.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Задания на контрольные работы выдают индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

При выполнении контрольных работ студенты изучают методику выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и различного вида инструментов, а также знакомятся с особенностями строения, технологией получения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов. Одновременно студент должен научиться пользоваться рекомендуемыми справочными материалами, с тем чтобы уметь в дальнейшем правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

Перечень ГОСТов, необходимых для выполнения контрольных работ, приведен в приложении. Диаграмма состояния железо-цементит и диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали У8 также приведены в приложении (см. рис. 1 и 2).

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Вариант 1

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

2. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

3. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45...50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

5. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850° С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

Вариант 2

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо -цементит и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ. Опишите превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

5. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

Вариант 3

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбор режима термической обработки, применяемой для устранения цементитной сетки в заэвтектоидной стали. Дайте определение выбранного режима обработки и опишите превращения, которые происходят при нагреве и охлаждении.

Вариант 4

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит + мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату заданной стали (примерно) и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Так же укажите температуру отпуска.. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

Вариант 5

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит + мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

5. С помощью диаграммы состояния железо - цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов раз-

личного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в этом случае.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

Вариант 7

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,7 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20...25 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура образуется в данном случае.

5. Плашки из стали УНА закалены: первая - от температуры 760° С, вторая - от температуры 850° С. Используя диаграмму состояния железо - цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

Варианта 8

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 5,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая 45 HRC, вторая - 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо - цементит и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях

в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

5. Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и 840º С. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры образуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали.

Вариант 9

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20, Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру? Приведите конкретный режим для любой инструментальной стали.

Вариант 10

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60...63 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки АС1 и АС3 для выбранной вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

ЛИТЕРАТУРА

Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2008. 648 с.

Батышев А. И., Безпалько В. И., Смолькин А. А. Материаловедение и технология материалов М.: Изд-во Инфра-М, 2012. 288 с.

Богодухов С. И., Козик Е. С.. Материаловедение: учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 2015. 504 с.

Бондаренко, Г. Г. Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. Материаловедение: учебник для бакалавров / под ред. Г. Г. Бондаренко. 2-е изд. М.: Юрайт, 2014. 359 с.

Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. Материаловедение в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.

Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 2009. 528 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: учебно-практическое пособие. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.

.

ПРИЛОЖЕНИЯ

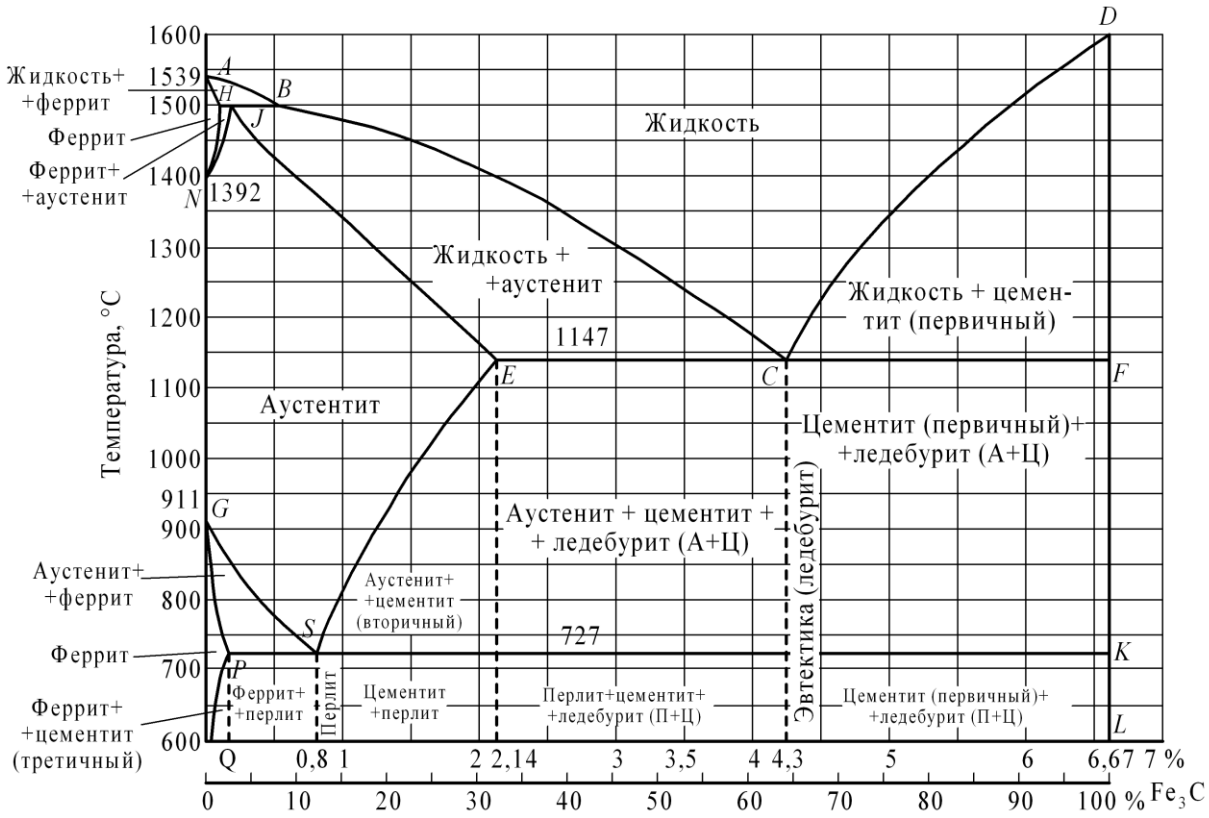


Рисунок 1 – Диаграмма состояния железо-цементит

Перечень ГОСТов на стали и сплавы

1. Сталь

Углеродистая обыкновенного качества – ГОСТ 380-71

Углеродистая качественная – ГОСТ 1050-74

Легированная, конструкционная, качественная, рессорно-пружинная– ГОСТ 1050-74

Углеродистая инструментальная – ГОСТ 1435-74

Легированная инструментальная – ГОСТ 5950-73

Подшипниковая – ГОСТ 801-78

Быстрорежущие стали – ГОСТ 19265-73

Конструкционный повышенной и высокой обрабатываемости резанием – ГОСТ 1414-75

Жаростойкие и жаропрочные – ГОСТ 5632-72

Коррозионностойкие – ГОСТ 5632-72

Сплавы твердые спеченные – ГОСТ 3882-74

Магнитотвердые (для постоянных магнитов) – ГОСТ 6862-71

Электротехнические – ГОСТ 21427.0-75...

ГОСТ 21427.3-75

2. Чугун

Серый – ГОСТ 1412-79

Ковкий – ГОСТ 1215-79
Высокопрочный – ГОСТ 7293-85
Жаростойкий – ГОСТ 7769-75
3. Алюминий и его сплавы
Алюминий – ГОСТ 11069-74
Деформируемые – ГОСТ 4784-74
Литейные – ГОСТ 2685-75
4. Медь и ее сплавы
Медь ГОСТ 859 – 78
Латунь двойная и многокомпонентная
деформируемая – ГОСТ 15527-70
Латунь литейная – ГОСТ 17711-80
Бронза оловяннистая деформируемая – ГОСТ5017-74
Бронза безоловяннистая деформируемая – ГОСТ 18175-78
Бронза оловяннистая литейная – ГОСТ 613-79
Бронза безоловяннистая литейная – ГОСТ 493-79
Медно-никелевые сплавы – ГОСТ 492-73
5. Титановые сплавы – ГОСТ 19807-74
6. Антифрикционные сплавы
Алюминиевые – ГОСТ 14113-78
Цинковые – ГОСТ 21437-75
Баббиты – ГОСТ 1320-74
7. Магний и его сплавы
Магний – ГОСТ 804-72
Деформируемые – ГОСТ 14957-76
Литейные – ГОСТ 2856-79

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебно-практическое пособие
по выполнению практических и
самостоятельных работ
для студентов очного и заочного обучения
направлений
направлений специалитета
21.05.04 Горное дело

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка автора

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,51. Уч.-изд. л. 1,71. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.15 РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях (КУТБ)

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2021

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В.П.	Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 14.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогов обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

квалификация выпускника: **бакалавр**

Авторы: Мочалова Л.А., доцент, д.э.н.; Комарова О.Г.

Одобрено на заседании кафедры	Рассмотрено методической комиссией
Экономики и менеджмента	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Мочалова Л.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…….5

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….18

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…29

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА……..…….……32

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……36

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……38

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...…….88

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ……89

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..104

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и

планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «Экономические аспекты профессиональной деятельности» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *экзамена.*

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экономические аспекты профессиональной деятельности» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка к экзамену.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

1.1. Экономическая теория: предмет и метод, основные этапы развития

1. Дайте определение понятию «экономика».
2. Что изучает экономическая теория? Охарактеризуйте различные подходы к предмету экономической теории.
3. Назовите основные отличия между макро- и микроэкономикой. В чем проявляется их взаимосвязь?
6. Перечислите и охарактеризуйте функции экономической теории.
7. Какова взаимосвязь между экономическими фактами, теорией и государственной экономической политикой?
8. Охарактеризуйте методы экономической теории.
9. Дайте определение экономическим категориям и законам. Какое значение они имеют с точки зрения познания экономической действительности? Претерпевают ли они изменения в историческом аспекте?
10. В чем заключается сущность меркантилисткой концепции? Каковы основные цели, рекомендации, положения школы?
11. Что такое физиократизм, каковы его основные идеи?
12. В чем заключается сущность концепции А. Смита об «экономическом человеке» и «невидимой руке»?
13. В чем заключаются характерные особенности классической политической экономии, раскройте ее роль и значение.
14. Каковы исторические предпосылки возникновения марксизма?
15. Что такое маржинальная революция и каковы основные положения маржиналистов?
16. Обрисуйте основные особенности институционального направления в экономической науке.
17. В чем отличие концепции, выдвинутой Дж. М. Кейнсом, от неоклассической теории?
18. Что такое чикагский монетаризм? Охарактеризуйте его основные положения.
19. Охарактеризуйте понятие «потребность». На какие группы делятся потребности экономических субъектов?
20. Что такое «благо»? Охарактеризуйте виды благ, приведите примеры.
21. Кто такие экономические субъекты (агенты)? Охарактеризуйте их функции в экономическом кругообороте.
22. Изобразите простую модель экономического кругооборота. Назовите факторы, которые не учитываются в данной модели.
23. Каково предназначение экономических ресурсов?
24. Какие вы знаете факторы производства?
25. Сформулируйте сущность основной проблемы экономической теории.
26. Почему кривая производственных возможностей имеет выпуклый вид по отношению к началу координат? Что означала бы прямая, а не выпуклая линия производственных возможностей?
27. Какой вид хозяйствования является эффективным, а какой неэффективным? Приведите конкретные примеры.
28. Дайте определение понятию «экономические интересы». Охарактеризуйте проблему упорядочения личных, коллективных и общественных интересов.

1.2. Сущность и типы экономических систем. Отношения собственности

1. Дайте определение понятию «экономическая система».

2. Охарактеризуйте способы координации выбора, реализуемого экономическими субъектами, которые осуществляют деятельность в определенной экономической системе.

3. Что собой представляют издержки эксплуатации экономической системы? Назовите их виды. Проведите аналогию между данными издержками в экономике и трением в физике.

4. Назовите основные элементы экономической системы с точки зрения формационного подхода, объясните их экономическую сущность и охарактеризуйте взаимосвязи между ними.

5. Что следует понимать под термином «воспроизводство»? Охарактеризуйте виды воспроизводства.

6. Объясните значимость каждой стадии воспроизводственного цикла: производства, распределения, обмена и потребления. В чем проявляется диалектическая связь производства и потребления?

7. Дайте определение понятию «собственность». Охарактеризуйте объективную и субъективную стороны отношений собственности.

8. Имеется ли разница между содержанием терминов «право собственности» и «отношения собственности»?

9. Чем различаются владение, распоряжение, пользование объектом собственности? Кто является полным собственником, а кто – частичным?

10. Назовите достоинства и недостатки частной и государственной форм собственности. Охарактеризуйте их разновидности.

11. Назовите основные критерии отличия традиционной, администра-тивно-командной и рыночной экономики. Каким образом в каждой из перечисленных экономических систем происходит решение трех основных вопросов экономики: ЧТО, КАК и ДЛЯ КОГО производить?

12. Что следует понимать под такой системой хозяйства как смешанная экономика? Охарактеризуйте известные вам национальные модели смешанной экономики (например, американскую, шведскую, японскую, южнокорейскую, российскую).

13. Что такое переходная экономика?

14. Охарактеризуйте типы переходной экономики.

15. Каковы цели и задачи переходной экономики в России в 90-е годы XX в.?

16. Каковы достоинства и недостатки административно-командной системы?

1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

1. Дайте определение рынку. Назовите основополагающие предпосылки и условия его формирования и развития.

2. Что собой представляет процесс разделения труда? Назовите его виды и формы проявления. С чем связано то, что с расширением и углублением разделения труда одновременно развертывается процесс его обобществления?

3. Охарактеризуйте сущность общественного разделения труда и специализации, которые являются важнейшими условиями возникновения рынка.

4. Что собой представляет товарное производство?

5. Чем отличаются друг от друга понятия «благо» и «товар»? Как можно объяснить то, что не всякое благо, имеющее потребительскую ценность, является товаром?

6. Что собой представляет меновая стоимость товара? Охарактеризуйте подходы к ее определению.

7. Чем отличаются друг от друга формы простого товарного обмена и товарного обращения?

8. Почему для развития рынка важна экономическая обособленность, или хозяйственная автономия, рыночных субъектов?

9. Каким образом свободный обмен экономическими ресурсами способствует повышению эффективности рыночной экономики?

10. Охарактеризуйте основные элементы рынка (цена, спрос, предложение, конкуренция).

11. Что означает понятие «невидимая рука рынка»?

12. Назовите различные виды рынка в соответствии с различными классификационными признаками.

13. Охарактеризуйте достоинства рыночной экономики по сравнению с другими экономическими системами.

14. Назовите проблемы, которые рынок не может решить? Каковы причины его несостоятельности?

15. Необходимо ли вмешательство государства в рыночную экономику? Если да, то в чем оно должно заключаться?

16. Что собой представляет инфраструктура рынка? Каково ее предназначение? Назовите элементы инфраструктуры современного рынка.

17. Охарактеризуйте направления и задачи преобразования административно-командной системы в рыночную.

18. Объясните экономическую роль приватизации в переходной экономике.

19. Назовите цели, способы и этапы приватизации в России.

20. Объясните смысл следующего утверждения: «Зачастую то, что является оптимальным с позиции рынка, является социально неприемлемым».

21. Что собой представляет социальная политика государства? Каковы ее основные направления и формы реализации?

22. Какая форма социальной политики государства экономически более приемлема: активная или пассивная? Поясните свой ответ.

23. Что такое социальная справедливость? Существуют ли противоречия между понятиями «распределение доходов» и «социальная справедливость» в условиях рыночной и административно-командной экономики? Если да, то какие?

24. Охарактеризуйте термин «благосостояние». Каковы его экономический и этический аспекты?

25. Проанализируйте следующее утверждение американского экономиста П. Хейне: «Поскольку в действительности доход не распределяется, он, по существу, не может и перераспределяться… Самое большое, что может сделать государство, – это изменить правила игры в надежде обеспечить более желанный результат». Ответьте, почему же мы продолжаем использовать выражение «государственная политика перераспределения доходов»?

26. Проклассифицируйте доходы по различным признакам.

27. Охарактеризуйте различные концепции справедливого распределения доходов, указав их достоинства и недостатки.

28. В чем заключается отличие функционального и персонального распределений доходов?

29. Как изменит конфигурацию кривой Лоренца социальная политика государства, направленная на увеличение трансфертов для малообеспеченных семей и повышение ставок налогообложения доходов наиболее обеспеченной доли населения?

30. Согласны ли вы со следующим утверждением: «Чем ниже коэффициент Джини, тем в большей степени мы можем утверждать, что распределение доходов осуществляется в условиях совершенной конкуренции»? Аргументируйте свой ответ.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

2.1. Спрос и предложение. Формирование рыночной цены

1. Дайте определение понятиям «спрос» и «объем спроса».

2. Используя термин «платежеспособный спрос», поясните, чем отличаются друг от друга такие экономические категории, как «производитель» и «продавец», «потребитель» и «покупатель».

3. Сформулируйте закон спроса и назовите исключения из него.

4. Перечислите неценовые факторы, влияющие на объем спроса.

5. Чем отличается движение по кривой и сдвиг кривой спроса?

6. Дайте определение понятиям «предложение» и «объем предложения».

7. Сформулируйте закон предложения. Поясните, почему кривая предложения является восходящей.

8. Назовите неценовые факторы, влияющие на объем предложения.

9. Охарактеризуйте подходы Л. Вальраса и А. Маршалла к установлению рыночного равновесия. Объясните различия между ними.

10. Что означает двойное и множественное рыночное равновесие?

11. Назовите случаи отсутствия рыночного равновесия в статичной модели.

12. В чём заключается отличие между статичной и динамической моделями рыночного равновесия?

2.2. Теория потребительского выбора

1. Сформулируйте три объяснения закона спроса.

2. Дайте определение понятию «полезность». В каких единицах измеряется полезность?

3. Что вы понимаете под термином «предельная полезность»?

4. Какова динамика предельной полезности по мере увеличения количества потребляемого блага?

5. Может ли предельная полезность принимать отрицательное значение?

6. Чем, по-вашему, объясняется сходство кривой предельной полезности и кривой рыночного спроса (обе имеют отрицательный наклон)? Может ли кривая спроса иметь положительный наклон?

7. На основании различия понятий «общая» и «предельная полезность» объясните «парадокс Смита»: почему вода, столь полезная для человека, стоит так дешево, а алмаз, чья польза намного меньше для удовлетворения жизненных потребностей, стоит так дорого?

8. Объясните следующее утверждение. «Не потому дорог бензин, что высоки затраты на добычу нефти, а, наоборот, из-за высокой ценности для автомобилистов бензина будут высоки и затраты на добычу нефти».

9. Охарактеризуйте закон убывающей предельной полезности. Как может быть использован данный закон при объяснении потребительского поведения?

10. Сформулируйте правило максимизации общей полезности.

11. Охарактеризуйте смысл эффектов дохода и замещения. В каком случае они объясняют действие закона спроса.

12. Что собой представляют товары Гиффена?

13. Какие эффекты взаимного влияния потребителей Вы знаете?

14. Что собой представляет излишек потребителя? Каких видов он бывает и как рассчитывается?

2.3. Производство экономических благ. Издержки и прибыль предприятия

1. Охарактеризуйте сущность деятельности предприятия.

2. Назовите виды предприятий в соответствии с различными классификационными признаками.

3. Почему, по Вашему мнению, предприятия объединяются? Какие формы объединения предприятий Вы знаете?

4. Каково предназначение производственной функции? Претерпевает ли она изменение при совершенствовании технологии производства?

5. Свяжите между собой понятия «масштаб производства» и «предельная производительность фактора». Что такое постоянная, возрастающая и убывающая отдача от масштаба?

6. Сформулируйте правило использования факторов производства.

7. Что собой представляет изокванта? Назовите и поясните свойства изокванты. Каких видов она бывает?

8. Какие издержки производства являются внешними (явными), а какие - внутренними (неявными)? Приведите примеры.

9. Охарактеризуйте различия между следующими понятиями: «бухгалтерская прибыль», «экономическая прибыль», «нормальная прибыль».

10. Если предприятие имеет нулевой объем производства, то будет ли оно иметь определенные затраты; если да, то какие?

11. На чем основано деление издержек производства на постоянные и переменные?

12. Объясните, почему равенство предельного дохода и предельных издержек является условием максимальной прибыли (минимальных убытков).

13. Объясните экономический смысл излишка производителя. Каких видов он бывает и как рассчитывается?

2.4. Предприятие в условиях совершенной и несовершенной конкуренции

1. Что следует понимать под рыночной структурой? Какие типы рыночных структур Вы знаете? В чем заключаются их особенности?

2. Что собой представляет модель предприятия? С какой целью она используется?

3. Назовите основные черты такой рыночной структуры, как совершенная (чистая) конкуренция.

4. Ответьте, почему предприятие, функционирующее в условиях совершенной конкуренции, называют «ценополучателем»?

5. Какую форму имеет кривая спроса на продукцию конкурентного предприятия?

6. Чем определяется угол наклона кривой общей выручки конкурентного предприятия? При каких условиях линия будет более крутой или более пологой (пунктирные линии)?

7. Может ли конкурентное предприятие влиять на величину своей общей выручки? Если да, то таким образом? Если нет, то почему?

8. Охарактеризуйте сущность чистой монополии. Есть ли реальные возможности существования данной рыночной структуры?

9. Зачем предприятие-монополист прибегает к снижению цен, ведь оно должно быть заинтересовано в максимально высокой цене?

10. Какие бывают входные барьеры для вступления в отрасль?

11. Почему в условиях чистой монополии кривая спроса и кривая предельного дохода не совпадают?

12. Что такое ценовая дискриминация? Назовите ее виды.

13. Назовите типичные черты олигополистического рынка. Приведите конкретные примеры олигополий.

14. Охарактеризуйте модели ценового поведения олигополистов.

15. На чем основана рыночная власть у предприятий – монополистических конкурентов: ведь их объемы производства и продаж, как правило, очень малы?

16. Охарактеризуйте ситуации равновесия монополистического конкурента в краткосрочном и долгосрочном периодах.

17. Дайте понятие дифференциации продукции. Назовите ее формы.

18. В чем проявляется влияние монополизма (несовершенной конкуренции) на интересы потребителей и интересы общества в целом?

19. Назовите основные направления антимонопольной политики государства.

2.5. Рынки факторов производства

1. Отметьте особенности рынков факторов производства по сравнению с рынками готовой продукции?
2. Кем и чем определяются спрос и предложение природных ресурсов на рынке?
3. В чем заключаются особенности труда по сравнению с другими факторами производства?
4. От чего зависит эластичность спроса на труд?
5. Почему формы кривых предложения одного работника и рыночного предложения труда неодинаковы?
6. Объясните экономическую сущность заработной платы. Что такое ставка заработной платы? Какие факторы лежат в основе дифференциации ставок заработной платы?
7. В чем главное отличие капитала от прочих факторов производства?
8. В чем разница между физическим и финансовым капиталом?
9. Объясните сущность амортизации. Почему амортизационные отчисления относятся к экономическим издержкам?
10. Назовите три сегмента рынка капиталов. Что является ценой на данных сегментах рынка? Кто обеспечивает на них спрос и предложение?
11. Почему при принятии инвестиционных решений необходимо учитывать рыночную ставку процента? Объясните сущность процедуры дисконтирования при инвестировании.
12. В чем заключается специфика рынка природных ресурсов?
13. Объясните сущность экономической ренты.
14. Каковы причины возникновения дифференциальной ренты? Как определяется цена природного ресурса?
15. Охарактеризуйте сущность предпринимательства.
16. В чем заключаются особенности различных видов предпринимательства?
17. Какими специфическими чертами обладает предпринимательство как фактор производства, которые выделяют его из всего комплекса факторов производства?
18. Зависят ли способности к предпринимательству от следующих факторов: а) образования; б) национальности; в) климата, в условиях которого живет человек; г) наследственности; д) социально-общественного устройства страны?
19. Какие функции по отношению к предпринимательству выполняет прибыль? Охарактеризуйте факторы экономической прибыли.
20. Предпринимательство связано с риском. Ответьте, с чем конкретно связан этот риск и какие существуют способы по его снижению.
21. Что такое юридическое лицо? Каковы признаки предприятия как юридического лица?
22. В чем заключается смысл существования предприятия в соответствии с технологическим и институциональным подходами?
23. Назовите достоинства и недостатки следующих форм предпринимательства: а) индивидуального предприятия; б) партнерства (хозяйственного товарищества); в) корпорации (хозяйственного общества). Можно ли назвать одну из данных форм наиболее оптимальной для ведения бизнеса?
24. Выделите основные особенности организационно-правовых форм предпринимательской деятельности в России.
25. Чем отличаются цели создания коммерческих и некоммерческих организаций?
26. Объясните роль малых, средних и крупных предприятий в экономике. Каково распределение функций между ними с точки зрения развития экономики?

27. Опишите порядок создания и регистрации нового предприятия в России? Какие трудности в данном случае могут возникнуть? Какие ресурсы необходимы?

28. Охарактеризуйте понятие «банкротство». Какова процедура банкротства предприятий в России? Что такое санация? Что включают в себя мероприятия по санации предприятия?

29. Дайте определение терминам «управление» и «менеджмент».

30. Назовите функции, уровни и основные элементы менеджмента на предприятии.

Объясните смысл следующих понятий: диверсификация производства, концентрация производства, централизация производства?

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

1. Дайте определение макроэкономики. В чем специфика объекта её изучения?
2. Как можно объяснить возникновение макроэкономики в 1930-х гг. XX века? Какое событие в это время вызвало к ней особый интерес?
3. Назовите основные макроэкономические цели. С помощью каких инструментов макроэкономической политики они достижимы?
4. Что такое макроэкономическая модель? Насколько детально макроэкономическая модель должна отражать реальность?
5. Объясните сущность следующих терминов: эндогенные переменные, экзогенные переменные; переменные потока, переменные запаса.
6. Опишите секторальную структуру национальной экономики.
7. Что собой представляют модели закрытой и открытой экономики?
8. Назовите основные формы результатов функционирования национальной экономики. В чем заключаются их особенности?
9. Дайте определение понятию «национальное богатство». Что является источником его возникновения?
10. Назовите основные макроэкономические показатели системы национальных счетов. Покажите взаимосвязь между ними.
11. Кто такие «резиденты» и «нерезиденты» страны?
12. Охарактеризуйте методы расчета валового внутреннего продукта.Почему при его расчете учитывается стоимость только конечной продукции?
13. Объясните смысл показателя «национальный доход» и опишите методику его расчета.
14. Поясните отличие личного дохода от личного располагаемого дохода.
15. В чем заключается проблема полноты учета всего совокупного общественного продукта в составе валового внутреннего продукта. Каким образом она решается?
16. Что собой представляет теневая (ненаблюдаемая) экономика и как можно учесть ее продукцию при расчете совокупного общественного продукта?
17. В чем различие между номинальным и реальным ВВП?
18. Какие индексы цен вы знаете? Опишите методику их расчета.
19. Охарактеризуйте отраслевую структуру национальной экономики.
20. Что собой представляет межотраслевой баланс? Каким образом и с какой целью он составляется?

3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

1.Что собой представляет макроэкономическое равновесие? Охарактеризуйте ситуацию частичного и общего макроэкономического равновесия.

2. Охарактеризуйте взгляды кейнсианцев и классиков к проблеме обеспечения стабильности макроэкономического равновесия.

3.Каковы подходы кейнсианской и классической школ к анализу экономики в краткосрочном и долгосрочном периодах? Дайте определение понятию «гистерезис».

4.Дайте определение совокупному спросу. Назовите его составляющие элементы. Какие факторы вызывают динамику совокупного спроса?

5.Дайте определение совокупному предложению. Какие факторы вызывают динамику совокупного предложения?

6.В чем заключается особенность синтетической кривой предложения?

7.Какие причины могут привести к смещению кривой совокупного предложения?

8. Ситуацию макроэкономического равновесия можно графически проиллюстрировать при помощи следующих моделей: 1) «кейнсианский крест»; 2) модель *AD-AS*. В чем вы видите сходства и различия двух указанных моделей?

9.Согласны ли вы со следующим высказыванием: «Политика, направленная на стимулирование совокупного спроса, всегда ведет к инфляции»?

10. Чем определяется наклон кривой потребления и кривой сбережений?

11. Что такое предельная склонность к потреблению и предельная склонность к сбережению? Как объяснить то, что их сумма равна единице?

12. Что собой представляют инвестиции? Назовите факторы, влияющие на инвестиции.

13. Какая из составных частей совокупных расходов (абстрагируемся от государственных расходов и чистого экспорта) отличается большей нестабильностью – потребительские расходы или инвестиционные расходы? Аргументируйте свой ответ.

14. В чем вы видите разницу между планируемыми и фактическими инвестициями? Почему вообще возникает это расхождение?

15. Что такое инфляционный и дефляционный разрыв?

16. Что означает выражение «автономные инвестиции»? От чего независимы такого рода инвестиции?

17. Объясните действие эффекта мультипликатора автономных расходов. Ответьте, почему увеличение любого из компонентов автономных расходов вызывает рост совокупного дохода на величину, большую, чем сам прирост расходов.

18. Каким образом мультипликатор автономных расходов связан с предельной склонностью к потреблению?

19. Каким образом проявляет себя эффект мультипликатора на различных участках кривой совокупного предложения: а) при ситуации, далекой от состояния полной занятости;б) при состоянии, приближающемся к ситуации полной занятости;в) при состоянии полной занятости?

20. В чем заключается «парадокс бережливости»? Почему он проявляет себя лишь в условиях экономики с неполной занятостью?

21. Что включает в себя понятие «макроэкономическая динамика»?

22. В чем проявляются циклические колебания экономики? С помощью каких показателей можно охарактеризовать экономическую конъюнктуру?

23. В чем отличие экономического цикла от тренда? Изобразите их графически.

24. Охарактеризуйте фазы экономического цикла.

25. Какие вы знаете виды экономических циклов в зависимости от продолжительности? Противоречат ли они друг другу?

26. Охарактеризуйте факторы экономических циклов и соответствующие методологические подходы к их рассмотрению.

27. Приведите примеры нововведений, в различной степени влияющих на экономическую конъюнктуру.

28. Что такое инфляция? Чем отличается инфляция от обычного повышения цен?

29. В чем проявляется подавленная инфляция? В чем вы видите смысл эпитета «подавленная»? Как можно объяснить причины «брежневской» стабильности цен; что стало результатом этого?

30. Каковы проявления открытой инфляции? С помощью каких показателей ее можно измерить и проанализировать?

31. Назовите основные причины инфляции.

32. В чем принципиальное различие между инфляцией спроса и инфляцией издержек? Как бы вы изобразили графически инфляцию спроса и инфляцию издержек с помощью кривых совокупного спроса и совокупного предложения?

33. В чем вы видите различия между умеренной, галопирующей и гиперинфляцией? Каковы критерии их разграничения? Каков критерий гиперинфляции по Кейгену?

34. Что собой представляют инфляционные ожидания? В чем различие концепций адаптивных и рациональных инфляционных ожиданий?

35. Что демонстрирует кривая Филлипса? Как выглядит данная кривая в краткосрочном и долгосрочном периодах?

36. Каковы социально-экономические последствия инфляции?

37. Назовите методы борьбы с инфляцией в соответствии со стадиями инфляционного процесса.

38. Что понимается под экономическим ростом?

39. Назовите основные факторы экономического роста.

40. Чем определяются экстенсивный и интенсивный типы развития экономики различных стран?

41. Назовите показатели экономического роста.

42. В чем суть модели экономического роста Харрода-Домара? Что такое гарантированный и естественный темп прироста?

43. В чем заключается ограниченность модели Харрода-Домара? Каким образом в модели Солоу преодолена ограниченность модели Харрода-Домара?

44. В чем суть золотого правила накопления?

45. Каким образом увеличение темпа роста населения влияет на равновесный экономический рост?

46. Как научно-технический прогресс влияет на равновесный экономический рост? Перечислите виды нейтрального научно-технического прогресса и прокомментируйте их.

47. Назовите меры государства, способствующие росту экономики.

3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

1. Что такое деньги?
2. Назовите и дайте объяснение функциям денег.
3. Объясните, почему при использовании денег в качестве орудия обмена издержки обращения ниже, чем при использовании бартера.
4. Как влияет инфляция на полезность денег как меры стоимости и средства накопления?
5. Опишите историю появления денег. Охарактеризуйте различные формы денег в соответствии с эволюцией их развития.
6. Каковы преимущества бумажных денег по сравнению с монетами, изготовленными из драгоценных металлов? Каковы преимущества золотых и серебряных монет? Объясните, почему бумажные деньги вытеснили из обращения золотые и серебряные монеты.
7. Охарактеризуйте особенности наличных и безналичных денег.
8. Что собой представляет денежное обращение? Какие основные показатели характеризуют денежное обращение?
9. Представьте структуру денежной массы с учетом ликвидности ее элементов.
10. Сформулируйте закон денежного обращения. Какие факторы влияют на количество денег в обращении?

11. Какой основной фактор определяет: а) спрос на деньги для сделок; б) спрос на деньги как средство накопления?

12. Как определяется равновесная ставка процента на денежном рынке? Какое воздействие на спрос на деньги для сделок и равновесную ставку процента может оказать: а) расширение использования кредитных карточек; б) уменьшение промежутка между выплатами очередной заработной платы рабочим; в) увеличение номинального ВВП?

13. Допустим, что денежный рынок изначально находился в состоянии равновесия, а затем увеличилось предложение денег. Как при этом изменилась равновесная процентная ставка? Какое влияние оказало ее изменение на объем производства, занятости, уровень цен, уровень доходности других финансовых активов? Что произойдет при уменьшении предложения денег?

14. Охарактеризуйте модель одновременного равновесия на рынках благ и денег.

15. Какие факторы являются постоянными, а какие – переменными при построении линий *IS* и *LM*?

16. Что собой представляет кредит? Какие формы кредита вы знаете?

18. Что способствует возникновению предложения и спроса на кредит?

19. Охарактеризуйте структуру современной кредитно-денежной системы. Назовите ее основные функции.

20. Каковы основные функции Центрального банка в современной кредитно-денежной системе?

21. Что собой представляет кредитно-денежная политика Центрального банка?

22. Как инструменты кредитно-денежной политики могут повлиять на ставку процента и предложение денег?

23. Назовите основные виды кредитно-денежной политики.

24. Что собой представляют коммерческие банки? Какие функции они выполняют в рамках современной кредитно-денежной системы?

25. Охарактеризуйте операции коммерческих банков.

26. Что такое банковские резервы?

27. В чем заключается сущность дилеммы «прибыльность – ликвидность», стоящей перед коммерческими банками?

28. Охарактеризуйте процесс создания кредитных денег коммерческими банками. Как наличие избыточных резервов влияет на способность банков создавать деньги? Как стремление к обеспечению ликвидности влияет на способность банков создавать деньги?

29. Что такое денежный мультипликатор и как он рассчитывается?

30. Какую функцию выполняют специализированные кредитно-финансовые учреждения в кредитно-денежной системе?

3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

1. Охарактеризуйте сущность финансов и их функции в экономике страны.
2. Опишите структуру финансовой системы государства.
3. Объясните значение государственных финансов с точки зрения выполнения государством своих экономических, политических, социальных и иных функций.
4. Назовите основные направления расходования государственных средств и источники их финансирования.
5. Составьте основное уравнение государственных расходов и доходов.
6. Что собой представляет государственный бюджет? Объясните необходимость формирования госбюджета, опишите его структуру.
7. Охарактеризуйте процедуру принятия государственного бюджета в развитой стране.
8. Что собой представляют внебюджетные фонды? Приведите примеры внебюджетных фондов в России.

9. Охарактеризуйте понятие «бюджетный федерализм». Каким образом формируются бюджеты разных уровней и как происходит расходование привлеченных средств?

10. Какие регионы в России являются регионами-донорами, а какие – дотационными регионами?

11. Что означают понятия: «общий профицит», «первичный профицит», «общий дефицит» и «первичный дефицит»?

12. Назовите причины и виды бюджетного дефицита. Какие существуют способы сокращения бюджетного дефицита и каковы последствия их применения для национальной экономики (в частности, в чем выражается эффекты монетаризации и вытеснения)?

13. Что собой представляет государственный долг? К каким последствиям может привести внутренний и внешний государственный долг? Может ли государство стать банкротом?

14. Существует ли, по вашему мнению, проблема перемещения государственного долга, возникающего в результате заимствований на внешних и внутренних финансовых рынках, на будущие поколения?

15. Что собой представляет управление государственным долгом? В чем проявляется цикличность данного процесса? Какие факторы существенно влияют на него?

16. Проклассифицируйте государственные ценные бумаги в соответствии с различными признаками. Может ли вызвать выпуск государственных ценных бумаг инфляционные процессы в стране?

17. Охарактеризуйте сущность налогов и их роль в национальной экономике.

18. Выскажите собственное отношение к следующим высказываниям: а) «Налоги – это дозволенная форма грабежа» (Ф. Аквинский); б) «Налоги для тех, кто их выплачивает, – признакне рабства, а свободы» (А. Смит); в) «Налоги – это то, чем мы оплачиваем цивилизованное общество» (О. Холмс).

19. Назовите принципы, которыми необходимо руководствоваться при построении налоговой системы страны.

20. Охарактеризуйте налоговые теории равенства выгод и равенства жертв с точки зрения их достоинств и недостатков. Приведите примеры из реальной жизни.

21. Охарактеризуйте основные элементы налоговой системы страны.

22. Дайте классификацию налогов по различным признакам. Приведите конкретные примеры различных видов налогов из зарубежной и отечественной практики.

23. Назовите отличительные особенности прямых и косвенных налогов.

24. Обоснуйте ваше мнение относительно характера налогообложения в России – прогрессивный, пропорциональный или регрессивный.

25. В чем заключается проблема перемещения налогов? По какому из перечисленных налогов налоговое бремя может быть переложено по закону с плательщика налога на носителя налога: налог на доходы физических лиц, налог на имущество физических лиц, акцизы, налог на добавленную стоимость, налог на прибыль организаций?

26. Какая закономерность описывается кривой Лаффера?

27. Объясните, как Вы понимаете выражение «налоговая лазейка». Несут ли один и тот же социально-экономический смысл понятия «налоговая оптимизация» и «налоговое правонарушение»?

28. Как влияет размер налогов на величину ВВП? Охарактеризуйте различные подходы к данной проблеме.

29. Охарактеризуйте сущность бюджетно-налоговой политики. Назовите ее основные инструменты.

30. Что собой представляет дискреционная бюджетно-налоговая политика? Каковы пути ее реализации? В чем заключаются ее недостатки?

31. Каковы особенности недискреционной бюджетно-налоговой политики? Объясните смысл действия встроенных стабилизаторов на экономическую конъюнктуру?

32. В чем заключаются основные отличия между стимулирующей и сдерживающей бюджетно-налоговой политикой?

3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

1. Охарактеризуйте механизм функционирования мировой экономики.
2. Каковы достоинства и недостатки открытой и закрытой экономики? С чем связана тенденция повышения открытости экономики стран?
3. Назовите виды международных экономических отношений.
4. В чем проявляется международное разделение труда? Какие факторы оказывают на него влияние? С помощью каких показателей можно определить уровень участия страны в международном разделении труда?
5. Охарактеризуйте меркантилистскую теорию международной торговли. В чем заключается ее ограниченность?
6. Сформулируйте принцип абсолютного преимущества Смита и принцип сравнительного преимущества Рикардо. Если страна имеет абсолютное преимущество в производстве какого-то товара, означает ли это, что она имеет и сравнительное преимущество в его производстве?
7. Сформулируйте теорему международной торговли Хекшера-Олина.
8. В чем заключается парадокс Леонтьева? Почему его нельзя считать полным опровержением теории Хекшера-Олина?
9. Охарактеризуйте сущность двух видов внешнеторговой политики (фритрейдерства и протекционизма) с точки зрения достоинств и недостатков. Какие могут существовать тарифные и нетарифные ограничения при реализации политики протекционизма?
10. Что такое платежный баланс и для чего он составляется? В чем заключается смысл системы двойной записи при его составлении? Какие операции регистрируются по кредиту,а какие – по дебету?
11. Охарактеризуйте структуру платежного баланса. Какой баланс называется активным, а какой – пассивным?
12. Дайте определение понятиям «валюта», «валютный рынок», «валютная система», «валютная котировка», «валютный курс». Поясните влияние девальвации и ревальвации валюты на экономику страны.
13. Каким образом определяются номинальные и реальные валютные курсы? В чем заключается суть паритета покупательной способности?
14. Сравните системы фиксированных и плавающих валютных курсов. Каковы достоинства и недостатки каждой из них?
15. Проанализируйте этапы формирования мировой валютной системы. Каковы их особенности? Как решается проблема дефицита платежного баланса в условиях: Золотого стандарта, Бреттон-Вудской системы, Ямайской системы?
16. Если курс национальной валюты повысится (понизится), как это скажется на условиях экспортной и импортной деятельности?
17. Что такое «конвертируемость национальной валюты»? Какие выделяются виды валют в зависимости от их конвертируемости? Приведите примеры.
18. В чем заключается смысл мировой экономической интеграции? Назовите ее формы. Приведите примеры.
19. Охарактеризуйте этапы формирования Европейского союза. В чём заключается смысл развития данной интеграционной группировки?
20. Охарактеризуйте деятельность международных организаций с точки зрения выполнения ими функций по мониторингу и регулированию важнейших процессов мировой экономики.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ – это наука, изучающая и формирующая теоретические представления об экономических процессах и явлениях, о функционировании хозяйства, об экономических отношениях, которые основаны, с одной стороны, на логике и историческом опыте, а с другой – на теоретических концепциях и взглядах ученых-экономистов.

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМИКА является *точной* наукой. Она ставит перед собой практические задачи управления хозяйственной деятельностью. Ей свойственны расчеты с использованием реальной информации, конкретных показателей экономической деятельности. Прикладная экономика приближена к микроэкономике.

МИКРОЭКОНОМИКА (приставка «микро-» означает «малый») изучает экономическое поведение индивидуумов, отдельных домохозяйств, предприятий и отраслей.

МАКРОЭКОНОМИКА (приставка «макро-» означает «большой») занимается изучением законов функционирования национальной экономики в целом, а также входящих в нее так называемых агрегатов – домохозяйств, предприятий, правительственного сектора – и связей между ними. Под агрегатами понимается совокупность отдельных экономических единиц (например, домохозяйств), которые в процессе экономического анализа рассматриваются как единое целое.

ПОЗИТИВНАЯ ЭКОНОМИКА ищет объективные, или научные, объяснения функционирования экономики; она имеет дело с тем, что было, есть или может быть.

НОРМАТИВНАЯ ЭКОНОМИКА предлагает рецепты действий, основанные на субъективных оценочных суждениях; она имеет дело с тем, что должно быть.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА представляет собой комплекс мер, направленных на регулирование поведения экономических агентов (потребителей и производителей) или последствий их деятельности с целью достижения поставленных экономических целей (экономической свободы, экономического роста, полной занятости, стабилизации цен, справедливого налогообложения и др.), в достижении которых заинтересованы все макроэкономические субъекты. При реализации экономической политики государство использует административные (прямые) и экономические (косвенные) методы воздействия, эффективность которых зависит от степени учета основных принципов экономической теории и результатов ее исследований.

МЕРКАНТИЛИЗМ (от итал. слова «мерканте» – купец, торговец) – направление экономической мысли, представители которого источник богатства видели во внешней торговле (за счет активного торгового баланса).

ФИЗИОКРАТИЗМ (от греч. слова «физиократия» – власть природы) – это теоретическая школа, которая получила развитие одновременно с меркантилизмом. Представители физиократизма центральную роль в экономике отводили сельскохозяйственному производству, выражали интересы крупного капиталистического фермерства, критиковали меркантилизм.

КЛАССИЧЕСКАЯ ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ (от лат. слова «классикус» – образцовый) – экономическое течение, ориентированное на решение проблем свободного предпринимательства.

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ МАРКСИЗМА возникла в XIX в. в Германии. Основоположником экономического научного направления является Карл Маркс (основной труд – «Капитал»). Продолжил и развил идеи Маркса Фридрих Энгельс.

МАРЖИНАЛИЗМ (от фр. слова «мёжинал» – предельный, дополнительный) – направление экономической теории, которое широко использует в анализе экономических процессов и законов предельные величины. В качестве самостоятельного течения

экономической мысли маржинализм оформился во второй половине XIX в. Маржинальная революция заключается в переходе от концепции классической экономической школы к неоклассической теории.

КЕЙНСИАНСТВО – учение, получившее развитие с середины 30-х гг. XX в.

ЧИКАГСКИЙ МОНЕТАРИЗМ – экономическая теория, основанная на определяющей роли денежной массы, находящейся в обращении, на состояние экономики в целом, а также на осуществлении политики стабилизации экономики, ее функционирования и развития.

РЕСУРСЫ – это совокупность всех материальных и нематериальных благ, используемых при создании экономических благ. Все ресурсы условно делят на два класса: свободные (неэкономические) и экономические.

СВОБОДНЫЕ (НЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ) РЕСУРСЫ – ресурсы, находящиеся в неограниченном количестве и, как следствие, имеющие нулевую цену на рынке.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ – ресурсы, находящиеся в ограниченном количестве и, как следствие, имеющие определённую цену на рынке.

ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА – экономические ресурсы, вовлеченные в производство.

ПОТРЕБНОСТЬ – это состояние неудовлетворенности или нужды человека в чём-либо. Именно потребности выступают внутренним побудительным фактором активной деятельности человека.

БЛАГО – это средство, непосредственно удовлетворяющее потребности. Количество потребностей наряду с редкостью (ограниченностью) блага определяет его ценность. Ценность блага есть то, что за него можно получить. Стоимость блага есть то, что за него надо отдать.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СУБЪЕКТЫ (АГЕНТЫ) – это участники экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических благ.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРУГООБОРОТ – это движение экономических благ и ресурсов между экономическими субъектами, которое сопровождается денежными потоками (доходами и расходами).

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СТОИМОСТЬ БЛАГА – это определённая жертва для собственника блага, которая выражается в количестве другого блага, от производства которого следует отказаться, чтобы произвести определенное количество данного блага.

ПРОИЗВОДСТВО представляет собой процесс взаимодействия средств производства и людей с целью получения необходимых экономических благ. В зависимости от вида удовлетворяемых создаваемым экономическим благом потребностей различают материальное и нематериальное производство.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ предполагает определенным образом осуществ-ляемое разделение созданного экономического блага между участниками процесса производства. В качестве известных способов распределения созданного блага выступают следующие: поровну, по потребностям, по затратам, по результатам труда, по вложенному капиталу.

ОБМЕН обеспечивает выход созданного экономического блага на рынок, связывая процессы производства и потребления. Он способствует перемещению в пространстве различных экономических благ таким образом, чтобы полнее удовлетворялись потребности экономических субъектов.

ПОТРЕБЛЕНИЕ представляет собой процесс использования экономического блага по назначению. Это конечная цель производства, его предпосылка и условие, а также собственно «производство» рабочей силы. В зависимости от функционального назначения потребляемого блага различают личное и производственное потребление.

СОБСТВЕННОСТЬ выражает объективно складывающиеся экономиче-ские отношения между людьми в процессе производства, распределения, обмена и потребления по поводу присвоения средств производства и произведенных благ.

ПРАВО СОБСТВЕННОСТИ – определенная совокупность правомочий, принадлежащих лицу-правообладателю.

ФОРМА СОБСТВЕННОСТИ – это вид собственности, характери-зуемый по признаку субъекта собственности.

ЧАСТНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ выступает в качестве собственности одного или группы членов общества.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СОБСТВЕННОСТЬ выступает в качестве собственности всех членов общества. В зависимости от уровня органов власти и управления, которые распоряжаются объектом собственности, выделяют следующие ее формы: федеральную, субфедеральную (региональную), местную (муниципальную).

РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА – это исторический процесс обособления различных видов трудовой деятельности в самостоятельные или взаимосвязанные производства.

ТОВАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО – это такая общественная форма производства, при которой блага производятся не для собственного потребления, а для удовлетворения потребностей других экономических субъектов.

РЫНОЧНАЯ СИСТЕМА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ – это система взаимосвязей между экономическими субъектами, основанная на действии механизма саморегуляции, равноправии прав частных собственников, меновых отношениях и платности всех экономических благ.

ПРИВАТИЗАЦИЯ – передача государственной собственности в частные руки. Она способствует устранению фактической монополии государственной собственности, обеспечению многообразия и равноправия различных форм собственности.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

СПРОС (D) – обобщающий термин, описывающий поведение фактических и потенциальных покупателей товара.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ПО ЦЕНЕ ($E^D{}_P$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар при изменении его цены на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ($E^{DA}{}_{PB}$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар А при изменении цены товара В на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА ПО ДОХОДУ ($E^D{}_I$) показывает, на сколько процентов изменится объем спроса на товар при изменении величины доходов покупателей на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ (S) – обобщающий термин, описывающий поведение фактических и потенциальных продавцов товара.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЦЕНЕ ($E^S{}_P$) показывает, на сколько процентов изменится объем предложения товара при изменении его цены на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ($E^{SA}{}_{PB}$) показывает, на сколько процентов изменится объем предложения товара A при изменении цены товара B на один процент при условии, что прочие факторы останутся неизменными.

ПОЛЕЗНОСТЬ (U) – это удовлетворение, получаемое людьми от потребления благ. Это понятие сугубо индивидуальное.

КРИВАЯ БЕЗРАЗЛИЧИЯ – это кривая, демонстрирующая все возможные наборы двух благ (A и B), дающие потребителю равный объем удовлетворения (т. е. они для него абсолютно равноценны).

БЮДЖЕТНАЯ ЛИНИЯ – это линия, показывающая различные наборы двух благ (*A* и *B*), которые могут быть приобретены при данной величине дохода (бюджета) и ценах благ.

ИЗЛИШЕК ПОТРЕБИТЕЛЯ (рента потребителя) – это разница между той суммой денег, которую потребитель согласен уплатить за покупаемое экономическое благо, и той суммой, которую он действительно платит.

ПРЕДПРИЯТИЕ – это самостоятельно хозяйствующий субъект, созданный в порядке, установленном действующим законодательством, и осуществляющий производство продукции, выполнение работ и оказание услуг в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

ПРОИЗВОДСТВО – процесс преобразования ресурсов в блага, прямо или косвенно служащих удовлетворению человеческих потребностей.

ТЕХНОЛОГИЯ – это определенная устойчивая комбинация факторов производства.

ИЗОКВАНТА – это кривая, демонстрирующая все возможные сочетания двух факторов производства, обеспечивающие один и тот же объем выпуска экономического блага (*Q*).

ИЗОКОСТА – это линия, показывающая различные сочетания двух факторов производства, которые обеспечивают определенную сумму общих затрат, ограниченных бюджетом производителя.

ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА – это совокупность затрат, связанных с использованием факторов для производства экономического блага.

ИЗЛИШЕК ПРОИЗВОДИТЕЛЯ (рента производителя) – это разница между той суммой денежных средств, которую он получает от реализации определенного количества экономического блага, и той суммой, на которую он согласен.

РЫНОЧНАЯ СТРУКТУРА – характеристика рынка с точки зрения его воздействия на положение и поведение производителей, а также влияния производителей на его состояние.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ СОВЕРШЕННОЙ (ЧИСТОЙ) КОНКУРЕНЦИИ – модель поведения предприятия в условиях идеальных конкурентных отношений, когда предприятий много, у всех из них равные возможности и отсутствует возможность влияния на рынок и цену продукции.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЧИСТОЙ МОНОПОЛИИ – модель поведения предприятия, когда одно предприятие становится единственным производителем продукции, у которой нет близких заменителей; оно может влиять на рынок и цену продукции. Это чисто теоретическая модель. В качестве сфер деятельности, где она может наблюдаться, являются те, которые относятся к естественным монополиям.

ЦЕНОВАЯ ДИСКРИМИНАЦИЯ («ценовое разделение») – это продажа одной и той же продукции разным потребителям (группам потребителей) по разным ценам, при этом различия в ценах не обусловлены различиями в издержках производства. Смысл проведения данной ценовой политики состоит в стремлении монополиста присвоить себе излишек потребителя.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ОЛИГО-ПОЛИИ – модель поведения предприятия в условиях рыночной ситуации, когда на рынке функционирует несколько производителей продукции, которые обладают определенной властью над ценой (их власть ограничена количеством производителей, поделивших рынок между собой). Эта модель характерна для сфер деятельности, которые требуют значительных капиталовложений: металлургия, электротехника, химическая промышленность, машиностроение, топливная энергетика.

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ МОНОПО-ЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ – модель поведения предприятия в рыночной ситуации, которая характеризуется наличием множества производителей, производящих дифференцированную продукцию.

РЫНОК ТРУДА – это сфера взаимоотношений между продавцами и покупателями трудовых услуг, т. е. между теми, кто желает работать (в их число входят занятые и безработные), и теми, кто нанимает работников для производства товаров и услуг.

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА – это доход от предоставления трудовых услуг.

СТАВКА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ – цена, выплачиваемая за использование единицы труда в течение определенного периода: часа, дня и т. д.

КАПИТАЛ в широком смысле – ценность, приносящая приток дохода; самовозрастающая стоимость. Это производственные фонды предприятий, земля, ценные бумаги, банковские депозиты, человеческий капитал (накопленные профессиональные знания).

ССУДНЫЙ ПРОЦЕНТ – цена, уплачиваемая собственнику капитала за его использование в течение определенного периода времени.

ИНВЕСТИРОВАНИЕ – процесс создания или пополнения запаса капитала.

ДИСКОНТИРОВАНИЕ – процедура определения сегодняшней стоимости будущей суммы денег.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РЕНТА – доход, получаемый собственником ресурса, предложение которого строго ограничено.

ПРИРОДНАЯ РЕНТА – доход от использования природного ресурса, предложение которого строго ограничено.

ОБЩАЯ РЕНТА – доход, который получает собственник природного ресурса. Она включает абсолютную ренту и при возможности дифференцированную.

АБСОЛЮТНАЯ РЕНТА – доход, который получают все собственники природного ресурса независимо от его качества.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ РЕНТА – дополнительный доход от использования природного ресурса, образуемый благодаря лучшим характеристикам (сверхприбыль).

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО – сфера деятельности, предполагающая наличие способности организовывать производство, объединять факторы производства для создания продукции, создавать что-то новое, рисковать, нести ответственность за свою деятельность.

ПРИБЫЛЬ – это вознаграждение за такой человеческий ресурс, как предпринимательские способности.

УПРАВЛЕНИЕ – это сознательное воздействие на объекты и процессы, а также на участие в них людей, осуществляемое с целью придания определенной направленности хозяйственной деятельности и получения желаемых результатов.

МЕНЕДЖМЕНТ – это определенная философия, основанная на интуиции и профессионализме организаторов деятельности или процесса, умении добиваться поставленных целей при использовании труда, интеллекта, мотивов поведения других людей.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

МАКРОЭКОНОМИКА – это комплекс знаний, взглядов, идей, объясняющих поведение экономики страны как единого целого и основных ее совокупных величин.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА представляет собой совокупность всех экономических явлений и процессов, происходящих в стране на основе действующих в ней имущественных отношений и организационных форм.

НАЦИОНАЛЬНОЕ БОГАТСТВО – это многолетний результат функционирования национальной экономики, отражающий её экономический потенциал и представляющий всю совокупность благ и ресурсов, которыми она располагает на данный момент времени.

СИСТЕМА НАЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТОВ (СНС) – это система взаимосвязанных показателей совокупного выпуска и совокупного дохода страны, характеризующих результаты функционирования экономики, ориентированной на рыночные отношения.

ВАЛОВОЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ (ВВП) (англ. GIP – Gross Internal Product) – это суммарная рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в течение года внутри страны предприятиями-резидентами и предприятиями-нерезидентами с использованием национальных и зарубежных факторов производства.

ВАЛОВОЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ВНП) (англ. GNP – Gross National Product) – это суммарная рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в течение года предприятиями-резидентами внутри страны и за ее пределами с использованием национальных факторов производства.

ЧИСТЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ЧНП) (англ. NNP – Net National Product) – созданный валовой национальный продукт за вычетом той части инвестиций, которая пошла на обновление устаревших и изношенных основных фондов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОХОД (НД) (англ. NI – National Income) – это совокупный доход, заработанный резидентами страны за вклад собственных факторов производства в процесс создания валового национального продукта.

ЛИЧНЫЙ ДОХОД (ЛД) (англ. PI – Personal Income) – это совокупный доход, заработанный или полученный домохозяйствами за год.

ЛИЧНЫЙ РАСПОЛАГАЕМЫЙ ДОХОД (ЛРД) (англ. DI – Domestic Income) – это доход, используемый домашними хозяйствами на потребление (осуществление текущих расходов по приобретению товаров и услуг) и сбережения (накопление богатства).

ЧИСТОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ БЛАГОСОСТОЯНИЕ (ЧЭБ) – это интегральный результат функционирования внутренней экономики в определённом году, демонстрирующий благосостояние страны в целом. ЧЭБ применяется в дополнение к показателю ВВП, который не даёт точной картины экономического благосостояния.

ТЕНЕВАЯ (НЕНАБЛЮДАЕМАЯ ЭКОНОМИКА) включает в себя сферы производства, распределения, обмена и потребления товарно-материальных ценностей, денег, услуг, которые не контролируются обществом и органами государственного управления.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС (МОБ) является одним из важных разделов современной СНС, он отражает процессы, происходящие на нынешнем этапе развития экономики, позволяет производить системный счет основных показателей СНС и анализ взаимосвязей между отраслями экономики, выявлять главные экономические пропорции, изучать структурные сдвиги и особенности ценообразования в экономике и т. д.

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – это равновесие национальной экономики, характеризуемое сбалансированностью и пропорциональностью экономических явлений и процессов. Макроэкономическое равновесие необходимо для обеспечения стабильности развития экономики страны и достижения макроэкономических целей.

СОВОКУПНЫЙ СПРОС (AD) – это суммарные планируемые (желаемые) расходы экономических субъектов на конечные товары и услуги, предлагаемые на рынке благ, при каждом возможном уровне цен.

СОВОКУПНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ (AS) – реальный объем национального производства при каждом возможном уровне цен.

ПОТРЕБЛЕНИЕ (C) – это сумма денег, которая тратится домохозяйствами на приобретение потребительских благ.

СБЕРЕЖЕНИЯ (S) – это та часть личного располагаемого дохода, которая отложена для будущего потребления.

ИНВЕСТИЦИИ (I) – это расходы, связанные с обновлением и увеличением производственных мощностей и прочих капитальных активов.

ДЕНЬГИ – всеобщий эквивалент; универсальный товар, обмениваемый на любые экономические блага и пригодный для расчетов и платежей. Деньги являются общепризнанным высоколиквидным активом: на них можно всё купить.

ДЕНЕЖНОЕ ОБРАЩЕНИЕ – это денежный кругооборот, движение денег, опосредующее оборот товаров и услуг, а также финансовых активов.

ДЕНЕЖНАЯ МАССА – совокупность всего многообразия денежных средств, обращающихся в стране: обслуживающих экономические связи и принадлежащих различным экономическим субъектам.

СКОРОСТЬ ОБРАЩЕНИЯ ДЕНЕГ – это среднегодовое количество оборотов, совершаемых деньгами, находящимися в обращении. Скорость обращения денег показывает среднегодовое количество владельцев, в состав дохода которых вошла одна и та же денежная единица, или среднегодовое количество сделок, в которых она участвовала.

ДЕНЕЖНАЯ СИСТЕМА – это форма организации денежного обращения в стране, сложившаяся исторически и закрепленная национальным законодательством.

ДЕНЕЖНАЯ РЕФОРМА – полное или частичное преобразование денежной системы страны, проводимое государством в целях укрепления национальной валюты, стабилизации денежной единицы в условиях нарушения денежного обращения.

ДЕНЕЖНЫЙ РЫНОК – это рынок, на котором взаимодействуют между собой спрос и предложение денег, а также формируется равновесная цена денег (равновесная процентная ставка).

ПРОЦЕНТНАЯ СТАВКА – это цена денег, уплачиваемая за их использование. Процентная ставка бывает номинальной (R) и реальной (r). В отличие от номинальной реальная процентная ставка корректируется, или «дефлируется», в соответствии с темпом инфляции.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЕНЕГ (MS) – это общее количество денег, находя-щихся в обращении. Предложение денег обеспечивается банковской системой страны (Центральным и коммерческими банками).

СПРОС НА ДЕНЬГИ (MD) – это величина денежных средств, которыми желают (планируют) обладать экономические субъекты.

КРЕДИТ представляет собой особую форму движения денег, связанную с мобилизацией свободных денежных средств национальной экономики и их распределением на условиях возвратности, срочности, платности в целях расширенного воспроизводства.

КРЕДИТНЫЙ РЫНОК – это общее обозначение тех рынков, где возникают и взаимодействуют между собой спрос и предложение различных видов кредитных ресурсов.

КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНАЯ СИСТЕМА представляет собой комплекс кредитно-финансовых учреждений, активно используемых государством в целях регулирования экономики.

ДЕПОЗИТЫ, или банковские вклады (D), – это денежные средства, переданные клиентом во временное пользование банка.

БАНК – это кредитно-финансовое учреждение, аккумулирующее денежные средства, предоставляющее кредиты, производящее денежные расчеты, осуществляющее выпуск банкнот и ценных бумаг, выступающее посредником во взаимных платежах и расчетах между государствами, предприятиями и домохозяйствами.

БАНКОВСКАЯ СИСТЕМА – совокупность банков страны. В организационном плане банковская система может быть одноуровневой и двухуровневой. Для России, как и для большинства стран мира, характерна двухуровневая банковская система: верхний уровень – Центральный банк («банк банков»), второй уровень – подконтрольные ему коммерческие банки.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БАНК – эмиссионный, кредитный, расчетный и валютный центр страны, а также центр кредитно-денежного регулирования экономики.

КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНАЯ (МОНЕТАРНАЯ) ПОЛИТИКА – комплекс взаимосвязанных мероприятий, предпринимаемых Центральным банком в целях регулирования деловой активности в стране путем воздействия на кредитно-денежное обращение.

КОММЕРЧЕСКИЙ БАНК – кредитно-финансовое учреждение, наделенное исключительным правом привлекать свободные денежные средства субъектов

хозяйствования и населения и размещать их от своего имени и за свой счет на условиях возвратности, срочности, платности, а также осуществлять другие банковские операции.

БАНКОВСКИЕ РЕЗЕРВЫ – это часть привлеченных на депозиты денежных средств, не выданных в качестве кредитов (не использованных в активных операциях).

ФИНАНСЫ – система отношений между экономическими субъектами по поводу формирования, распределения и использования фондов денежных средств.

ФИНАНСОВАЯ СИСТЕМА – совокупность финансовых отношений национальной экономики. С точки зрения субъектов экономики, вступающих в финансовые отношения.

ФИНАНСОВЫЙ РЫНОК – это рынок, на котором формируются спрос и предложение на все финансовые ресурсы страны и осуществляется их движение в направлении обеспечения финансовыми средствами различных сфер экономики.

РЫНОК ЦЕННЫХ БУМАГ представляет собой рынок, на котором формируются и развиваются экономические отношения по поводу выпуска и обращения ценных бумаг между его участниками.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ФИНАНСЫ призваны обеспечить государство денежными средствами, необходимыми для выполнения им экономических, политических и социальных функций.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ДОХОДЫ – денежные средства, привлечённые для реализации государственных функций.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ – это часть финансовых отношений, обусловленная использованием государственных доходов.

БЮДЖЕТ ГОСУДАРСТВА – это консолидированный бюджет РФ.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БЮДЖЕТ – это главное звено финансовой системы страны. Он представляет собой форму образования и использования централизованного фонда денежных средств для обеспечения функций органов государственной власти. На основании Конституции РФ государственный бюджет носит название федерального.

БЮДЖЕТНЫЙ ДЕФИЦИТ – ситуация превышения расходной части бюджета над доходной.

БЮДЖЕТНЫЙ ПРОФИЦИТ – ситуация превышения доходной части бюджета над расходной.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ – это фонды денежных средств, образуемые вне государственного бюджета и предназначенные для реализации конституционных прав граждан на пенсионное обеспечение, охрану здоровья и медицинскую помощь.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОЛГ – это величина государственной задолженности. Он равняется сумме накопленных в стране за определенный период бюджетных дефицитов за вычетом накопленных бюджетных профицитов.

НАЛОГ – обязательный и безвозмездный платёж, взимаемый в пользу государства с дохода или стоимости имущества физического и юридического лица в размере, заранее определенном и установленном в законодательном порядке.

НАЛОГОВАЯ СИСТЕМА – это совокупность всех налогов, методы и принципы их построения, способы исчисления и взимания, налоговый контроль, устанавливаемые в законодательном порядке.

БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВАЯ (ФИСКАЛЬНАЯ) ПОЛИТИКА – это воздействие государства на уровень деловой активности в стране посредством изменения государственных расходов и налогов.

СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА – комплекс мер государства, направленных на обеспечение социальной справедливости и поддержание достойного уровня благосостояния населения.

СОЦИАЛЬНАЯ СПРАВЕДЛИВОСТЬ проявляется в правомерном распределении национального дохода, наличии одинаковых возможностей для получения работы согласно

имеющимся способностям и профессиональной подготовке, наличии системы социальной защиты населения и социальных гарантий.

БЛАГОСОСТОЯНИЕ – это количественная и качественная характеристика условий жизнедеятельности населения. Рассмотрение сущности данного термина требует учета двух подходов.

ДОХОДЫ – совокупность денежных средств и материальных благ, которыми обладает человек, семья, социальная группа, население в целом.

ПРОЖИТОЧНЫЙ МИНИМУМ выражает минимально допустимую материальную обеспеченность, ниже которой возникает угроза воспроизводству населения страны.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОХОДОВ – изъятие части доходов наиболее обеспеченных экономических субъектов в пользу менее обеспеченных.

ЗАНЯТОСТЬ – это обеспеченность населения рабочими местами.

БЕЗРАБОТИЦА – это социально-экономическое явление, при котором часть трудоспособного населения не занята в общественном производстве по причине превышения предложения рабочей силы над спросом на нее.

ЕСТЕСТВЕННАЯ БЕЗРАБОТИЦА (U`) – безработица, существующая при полной занятости, которой соответствует потенциальный ВВП. Естественная безработица способствует созданию резерва рабочей силы, поддержанию конкуренции между работниками и тем самым повышению производительности труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА – система мер, осуществляемых обществом в целом и его звеньями по обеспечению приемлемого материального и социального положения граждан.

СОЦИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – социальная отрасль экономики, обеспечивающая людей, находящихся на длительном или постоянном иждивении государства и общества.

СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ – важный элемент социального обеспечения населения, ориентированный на обеспечение человека экономической защитой в случае болезни и старости, в связи с несчастными случаями и болезнями по производственной причине, в связи с безработицей.

ПЕНСИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – форма социального обеспечения, имеющая следующие цели: борьба с бедностью, компенсация утраченного заработка, обеспечение материальной достаточности гражданина.

СОЦИАЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ – это восстановление нарушенной социальной справедливости по отношению к невинно пострадавшим. К ним относятся: жертвы противозаконных репрессий; жертвы войн; лица, пострадавшие от катастроф, стихийных бедствий и аварий; инвалиды по болезни, жертвы эпидемий, пострадавшие от вредности производства; вынужденные переселенцы.

СОЦИАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ – это система обязательств общества перед своими членами по удовлетворению их насущных потребностей.

УРОВЕНЬ ЖИЗНИ определяется, с одной стороны, количеством и качеством жизненных благ, используемых для удовлетворения потребностей населения, а с другой – степенью развития самих потребностей людей.

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ определяется качественной стороной жизни населения – здоровьем, физическим развитием, уровнем образования, условиями труда, возможностями использования свободного времени, состоянием экологии. Применение данного показателя затруднительно из-за сложности проявления качественных характеристик жизни в количественном и стоимостном выражениях.

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА – нестабильное развитие национальной экономики.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ – это периодические взлеты и падения деловой активности, проявляющиеся во всевозможных формах несоответствия совокупного спроса и предложения.

СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ (АНТИЦИКЛИЧЕСКАЯ) ПОЛИТИКА – комплекс мероприятий, способствующих сглаживанию негативных последствий макроэкономической динамики.

ИНФЛЯЦИЯ – это переполнение экономики страны избыточной денежной массой при отсутствии адекватного увеличения товарной массы, которое приводит к повышению общего уровня цен, обесценению денежной единицы, снижению ее покупательной способности.

ИНФЛЯЦИЯ ИЗДЕРЖЕК – инфляция, которая вызвана факторами, лежащими на стороне совокупного предложения.

ИНФЛЯЦИОННЫЕ ОЖИДАНИЯ – это оценка экономическими субъектами изменения темпов инфляции в будущем периоде. Они выражаются в показателе под названием «ожидаемый темп инфляции (πе)».

АНТИИНФЛЯЦИОННАЯ ПОЛИТИКА – макроэкономическая политика, направленная на обеспечение стабилизации общего уровня цен, предупреждения или смягчения инфляционной напряженности.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ – долговременное устойчивое увеличение масштабов экономики, выражающееся в поступательном росте реального ВВП и улучшении других показателей деловой активности.

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА – это система экономических отношений, сложившаяся и развивающаяся между странами; другими словами, это вся совокупность национальных экономик в той части, которая сориентирована на внешние рынки и использует внешние ресурсы и продукцию для внутреннего развития.

ОТКРЫТАЯ ЭКОНОМИКА – это экономика страны с высокой степенью вовлеченности в мировые хозяйственные связи, предполагающая отсутствие ограничений международного обмена ресурсами и благами. Снятие внешнеэкономических ограничений способствует усилению конкуренции и тем самым повышению эффективности национальной экономики.

ЗАКРЫТАЯ ЭКОНОМИКА (автаркия) предполагает экономическую самообеспеченность страны (примеры: бывшие страны Совета Экономической Взаимопомощи, Северная Корея, Куба).

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ – это система хозяйственных связей между экономиками различных стран.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ заключается в экспорте (вывозе) и импорте (ввозе) благ (товаров и услуг).

МЕЖДУНАРОДНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА заключается в специализации отдельных стран на производстве определенных видов благ, которыми эти страны обмениваются между собой.

АБСОЛЮТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО – возможность страны производить благодаря ее естественным и приобретенным преимуществам какой-либо товар с меньшими затратами труда на единицу продукции по сравнению с другими странами, производящими этот же товар.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО – это способность страны производить товар с относительно меньшими издержками замещения по сравнению с другими странами. Издержки замещения (альтернативные издержки) представляют собой соотношение абсолютных удельных затрат труда по двум видам товаров в одной стране.

ВНЕШНЕТОРГОВАЯ ПОЛИТИКА – это государственная политика в области внешней торговли. Известны два основных направления внешнеторговой политики государства: протекционизм и фритрейдерство.

ФРИТРЕЙДЕРСТВО – политика свободной торговли, которая не предполагает установление каких-либо ограничений на внешнеторговый оборот, в т. ч. взимание таможенных пошлин. Такую политику может проводить страна с высокоэффективной экономикой, в котором отечественные предприниматели способны выдерживать

иностранную конкуренцию и активно внедряться на мировой рынок. Свободная торговля дает возможность открытой экономике страны и мировой экономике эффективно размещать ресурсы и повышать уровень материального благосостояния.

ПРОТЕКЦИОНИЗМ – политика государства, направленная на ограничение внешней торговли с целью защиты собственных производителей (в случае наличия более сильных иностранных конкурентов) или потребителей (в случае продажи за границу большого количества благ или ресурсов, востребованных внутри страны) путем установления тарифных и нетарифных ограничений.

ТАРИФНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ заключаются во взимании таможенных пошлин с ввозимых и вывозимых ресурсов и благ, затрудняя тем самым их движение. Таможенные пошлины увеличивают цену ресурсов и благ и снижают их конкурентоспособность на мировом рынке.

НЕТАРИФНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ – прямые административные нормы, определяющие количество, качество и номенклатуру вывозимых или ввозимых в страну ресурсов и благ.

ПЛАТЕЖНЫЙ БАЛАНС – это систематизированная запись итогов всех экономических сделок между резидентами данной страны и остальным миром в течение определенного периода времени (месяца, квартала, года).

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВАЛЮТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ – это отношения между странами по поводу обмена валютой.

ВАЛЮТА – это денежная единица страны или группы стран (например, рубль, доллар, фунт стерлингов, евро, йена и т. д.). В узком смысле – это денежные знаки иностранных государств.

ВАЛЮТНЫЙ РЫНОК – это особый рынок, на котором осуществляются валютные сделки. Подавляющая часть денежных активов, продаваемых на валютном рынке, имеет вид депозита до востребования в крупнейших банках, осуществляющих торговлю друг с другом, лишь незначительная часть валютного рынка приходится на обмен наличных денег.

ВАЛЮТНЫЙ (ОБМЕННЫЙ) КУРС – это относительная цена валют двух стран, или валюта одной страны, выраженная в единицах другой страны.

ВАЛЮТНАЯ КОТИРОВКА – установление курса национальной денежной единицы в иностранной валюте на определенный момент времени.

ВАЛЮТНАЯ СИСТЕМА – совокупность валютных отношений, складывающихся на уровне отдельной страны, группы стран или мира в целом.

СИСТЕМА ФИКСИРОВАННЫХ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс фиксируется Центральным банком страны.

СИСТЕМА ПЛАВАЮЩИХ (ГИБКИХ) ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс формируется на валютном рынке в результате взаимодействия спроса и предложения валют, без какого-либо вмешательства Центрального банка в этот процесс.

СИСТЕМА СМЕШАННЫХ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ – это валютная система, при которой номинальный валютный курс формируется на валютном рынке в результате взаимодействия спроса и предложения валют, а также валютных интервенций Центрального банка.

КОНВЕРТИРУЕМОСТЬ (ОБРАТИМОСТЬ) НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ – способность валюты страны свободно использоваться в международном платежном обороте для совершения различных расчетов.

ВАЛЮТНАЯ ПОЛИТИКА – это совокупность государственных мероприятий в сфере международных расчетов. Она непосредственно связана с внешнеторговой политикой и состоянием денежного обращения.

МИРОВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ – это процесс экономического взаимодействия стран, приводящий к сближению хозяйственных механизмов,

принимающий форму межгосударственных соглашений и согласованно регулируемый межгосударственными органами.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить

специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) к докладу - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно»,

«Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;
3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;
- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;
- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;
- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

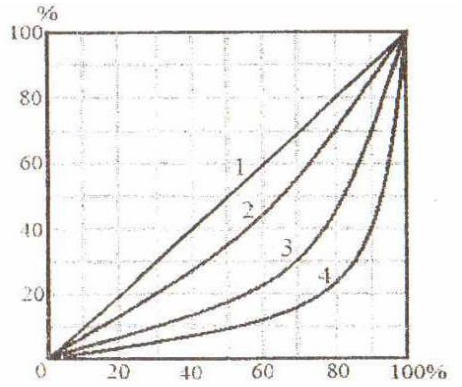
1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

Благосостояние. Распределение доходов

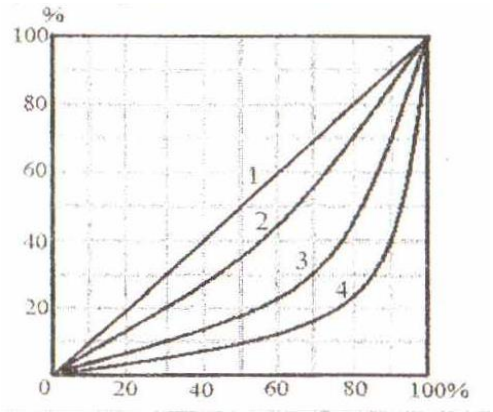
1. На основании следующих данных постройте кривую Лоренца; обозначьте точки, через которые вы ее строили. Какие действия государства могли бы приблизить кривую Лоренцу: а) к линии абсолютного равенства; б) к линии абсолютного неравенства?

Доли населения, по 20%	Доля доходов, %
Первая (низшая)	2
Вторая	8
Третья	10
Четвертая	15
Пятая (высшая)	65

2. Распределение доходов в обществе иллюстрирует линия 3. Если предельная ставка прогрессивного налога на доход любого домохозяйства будет снижена, то кривая Лоренца сместится в положение…



3. Наименьшее неравенство в распределении доходов в обществе отражает линия…



4. В таблице представлены данные по распределению доходов между группами населения в двух странах. В какой стране степень неравенства больше? Почему? Постройте кривую Лоренца для страны *A*.

Доли населения, по 20%	Доля доходов, %	
	Страна *A*	Страна *B*
Первая (низшая)	5	2
Вторая	10	8
Третья	17	10

Четвертая	28	15
Пятая (высшая)	40	65

5. При оценке степени неравенства в персональном распределении доходов с помощью кривой Лоренца следует обращать внимание на форму кривой. На рис. 1 и 2 представлены кривые Лоренца для двух стран с одинаковым коэффициентом Джини. О чем говорят представленные формы кривых: а) степень неравенства больше в странеА; б) степень неравенства больше в стране Б; в) в странах одинаковая степень неравенства? Выберите правильный ответ и поясните.

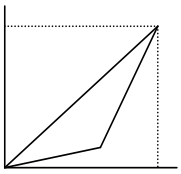


Рис. 1. Страна А

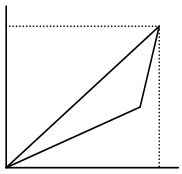


Рис. 2. Страна Б

6. Проанализируйте ситуацию неравенства в распределении доходов в России в период 1991–2000 гг., учитывая, что условно допустимое значение коэффициента Джини составляет 0,3.

Коэффициент Джини в России

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0,260	0,289	0,398	0,409	0,381	0,375	0,375	0,379	0,394	0,400	0,400	0,400

Примеры решения типовых задач

1. В таблице представлены данные по распределению доходов между группами населения в конкретной стране. Рассчитайте на основании представленной информации квинтильный коэффициент, демонстрирующий степень неравенства в стране.

Доля населения, по 20 %	1	2	3	4	5
Доля доходов, %	5	10	18	27	40

Решение. Квинтильный коэффициент позволяет осуществлять сопоставление доходов, в среднем получаемых наиболее и наименее обеспеченными группами населения, каждая из которых составляет 20 % от общей численности населения: К.к. = 40 % / 5 % = 8 раз.

2. Ниже представлено распределение семей граждан страны по уровню годового дохода. Постройте кривую Лоренца.

Группы семей по уровню доходов	Доля от общей суммы доходов, %
Беднейшие 20%	3,7
Вторые 20%	9,0
Средние 20%	15,0
Четвертые 20%	23,0
Высшие 20%	49,3

Решение. Кривая Лоренца представляет собой графический метод определения неравномерности распределения совокупного дохода общества между различными группами населения. Построение кривой происходит следующим образом. Вначале все население страны и совокупный доход общества делятся на 5 частей – квинтилей (квинтиль – это 1/5 часть исследуемой совокупности), т.е. по 20 %. Далее определяется, какой % дохода получают каждые 20 % населения. На основании этих данных производятся расчеты кумулятивных (накопленных) долей и строится кумулятивная кривая, которая показывает фактическое распределение дохода в обществе.

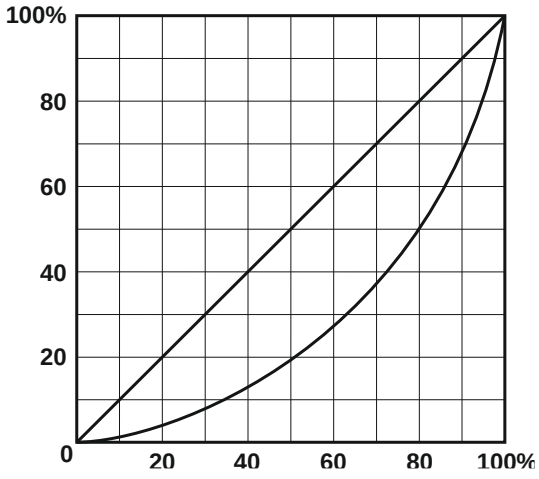
Прямая линия, проводимая из начала осей координат (биссектриса), дает представление о равном распределении дохода. Это линия абсолютного равенства. Линия абсолютного неравенства идет под прямым углом (ломаная линия). Точки на ней означают, что все население не получает никакого дохода, кроме одного – единственного, последнего в ряду человека, который присваивает 100 % всего дохода.

Следует отметить, что чем больше кривая Лоренца отклоняется от линии абсолютного равенства и, соответственно, становится ближе к линии абсолютного неравенства, тем больше неравенство в персональном распределении доходов в обществе.

Учитывая то, что построение кривой Лоренца осуществляется с использованием кумулятивного метода, представим имеющиеся данные в виде, необходимом для графического изображения.

Группы семей по уровню доходов	Доля от общей суммы доходов, %	Доля от общей численности семей нарастающим итогом, %	Доля от общей суммы доходов нарастающим итогом, %
Беднейшие 20%	3,7	20	3,7
Вторые 20%	9,0	40	12,7
Средние 20%	15,0	60	27,7
Четвертые 20%	23,0	80	50,7
Высшие 20%	49,3	100	100

Используя две последних колонки таблицы, строим кривую Лоренца.



Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

Тема 2.1. Спрос и предложение. Формирование рыночной цены

Спрос и эластичность спроса

1. Известно, что товар X приобретается всего двумя потребителями, и при этом спрос первого потребителя описывается функцией $Qd_1 = 90 - P$, а спрос второго – функцией $Qd_2 = 240 - 2P$. Чему будет равна цена при величине рыночного спроса 42?

2. Как изменится спрос на товар, если изменится цена на товар-субститут: а) спрос на уголь (при росте цены на нефть); б) спрос на чай (при росте цены на кофе); в) спрос на мясо кур (при снижении цены на мясо говядины). В каком направлении сдвинется кривая спроса на эти товары, т. е. уголь, чай, мясо кур?

3. Как изменится спрос на товар, если изменится цена на товар-комплемент: а) спрос на ягоды (при росте цены на сахар); б) спрос на фотоаппараты (при росте цены на

фотопленку); в) спрос на энергоемкие марки автомобилей (при росте цены на бензин). В каком направлении сдвинется кривая спроса на эти товары, т. е. ягоды, фотоаппараты, автомобили?

4. По цене P_1 = 100 руб. было продано 100 000 т картофеля, а когда цену повысили до P_2 = 120 руб., то – 80 000 т. Определите коэффициент эластичности спроса на картофель по цене.

5. В результате повышения цены товара с 5 до 7 ден. ед. объем спроса на него сократился с 9 до 7 млн шт. Определите коэффициент эластичности спроса на товар по цене.

6. При повышении цены на товар с 20000 до 40000 руб. за 1 шт. объем спроса на него сократился со 100 до 50 шт. в день. Определите, чему в этом случае будут равны коэффициент эластичности спроса на товар по цене и изменение общей выручки продавца.

7. Коэффициент эластичности спроса на данный товар по цене равен 0,8, по доходу – 0,4. В предстоящем периоде доходы населения увеличатся на 10 %, цена товара снизится на 5 %. На сколько процентов изменится объем спроса на данный товар?

8. Коэффициент эластичности спроса на данный товар по цене равен – 0,5, а по доходу + 0,9. В предстоящем периоде доходы населения увеличатся на 4 %, а цена товара уменьшится на 3 %. Как изменится объем спроса на данный товар?

9. Коэффициент перекрестной эластичности спроса на товар *X* по цене товара *Y* равна +1,5. Что вы можете сказать об этих двух товарах? О чем свидетельствует величина коэффициента эластичности?

Предложение и эластичность предложения

10. На рынке товара три производителя, предложение которых задано следующими уравнениями: $Qs_1 = 2P - 10$; $Qs_2 = 3P$; $Qs_3 = P + 5$. Определите и исследуйте эластичность во всех трех случаях.

11. На рынке товара все производители имеют одинаковые индивидуальные функции предложения $Qs = 2P - 10$. Рассчитайте коэффициент эластичности предложения товара по цене, если P = 45 руб. и число производителей на рынке равно: а) 20; б) 50; в) 100.

Микроэкономическое равновесие

12. Предположим, что общий объем спроса и предложения пшеницы в месяц характеризуется данными, представленными в таблице.

Таблица

P, $/т	Qd, тыс. т	Qs, тыс. т
3,4	85	72
3,7	80	73
4,0	75	75
4,3	70	77
4,6	65	79
4,9	60	81

А. Какова будет равновесная цена пшеницы? Каков равновесный объем? Покажите графически.

Б. Допустим, правительством установлен потолок цены 3,7 $ за 1 т. Какие последствия влечет данная цена? Покажите графически.

В. Допустим, правительством установлен пол цены 4,6 $ за 1 т. Какие последствия влечет данная цена? Покажите графически.

13. Функция спроса на товар А: Qd = 8 – 2P, а функция предложения: Qs = – 7 + 3P. Определите равновесную цену товара и равновесный объем продаж. Что произойдет, если правительство установит цену на уровне 5 руб.?

14. На рынке соевых бобов функции спроса и предложения следующие: Qd = 100 – 10P; Qs = 20 + 5P, где Qd – величина спроса, кг; Qs – величина предложения, кг; P – цена, долл. Каков будет результат при назначении правительством нижнего уровня цены в 7 долл.?

15. Спрос и предложение на рынке некоторого продукта описываются уравнениями: Qd = 25 – 0,2P и Qs = 4P – 80, где Qd – объем спроса (тыс. шт.); Qs – объем предложения (тыс. шт.), P – цена, ден. ед. Государство вмешалось и установило минимальную цену на товар в размере 30 ден. ед. за 1 тыс. шт.

Задание 1. Выберите из предложенных ниже вариантов один правильный ответ и вставьте в предложение.

Примером рынка с таким участием государства может служить рынок _____ .

Варианты: крепких спиртных напитков; товаров первой необходимости; пшеницы в сверхурожайный год; горюче-смазочных материалов.

Задание 2. Выберите из предложенных ниже вариантов два правильных ответа и вставьте в предложение.

Установление минимальной цены имеет целью помочь _____ и приведет к ситуации _____ товара на рынке.

Варианты: дефицита, потребителям, товаропроизводителям, излишка.

Задание 3.Решите задачу.

До вмешательства государства рынок характеризовался как равновесный с объемом продаж _____ тыс. шт.

16. Рынок цемента характеризуется следующими функциями спроса и предложения: Qd = 12 – P; Qs = – 3 + 2P. Определите: 1) какая сумма налога будет собрана с продажи цемента, если государство установит 50 % налога с оборота (выручки); 2) насколько возрастет объем продажи цемента при отмене налога?

Примеры решения типовых задач

1. Товар *X* приобретается потребителями, принадлежащими к двум разным группам. Численность первой группы 100 чел., а второй – 200 чел. Спрос типичного потребителя, принадлежащего к первой группе, описывается функцией $Qd_1 = 50 - P$, ко второй – $Qd_2 = 60 - 2P$. Чему равна величина рыночного спроса при значении цены 22?

Решение. Рыночный спрос определяется как сумма индивидуальных спросов всех потребителей на рынке данного товара. Поэтому для определения величины рыночного спроса необходимо суммировать обе функции, учитывая количество потребителей в каждой группе: $100 (50 - P) + 200 (60 - 2P) = 5000 - - 100P + 12000 - 400P = 17000 - 500P$. Подставив вместо *P* значение цены, равное 22, определяем величину спроса, которая составит 96.

2. Является ли предложение товара эластичным, если известно следующее:

Таблица

Рыночные данные

Цена, руб.	1500	1700
Объем предложения, шт.	30000	34000

Решение. Определяем коэффициент эластичности предложения по цене товара с использованием следующей формулы:

$$Es = \frac{\Delta P}{\Delta Q} \cdot \frac{P_1 + P_2}{(Q_1 + Q_2)}.$$

Получаем, что

$$E_S = \frac{(34000 - 30000)}{(17000 - 15000)} \cdot \frac{(1500 + 1700)}{(30000 + 34000)} = \frac{4000}{200} \cdot \frac{3200}{64000} = 1.$$

Таким образом, мы имеем дело с предложением единичной эластичности по цене.

3. Функция спроса на товар $Qd = 2500 - 200P$, а предложения – $Qs = 1000 + 100P$. Определите равновесную цену и равновесный объем товара. Что произойдет в случае, если правительство зафиксирует цену товара на уровне 3 руб.?

Решение. В условиях рыночного равновесия объем спроса и объем предложения равны. Поэтому мы можем приравнять обе функции: $Qd = Qs$, т. е. $2500 - 200P = 1000 + 100P$. Решив это уравнение, найдем равновесную цену: $P^* = 5$ руб. Подставив значение цены в любую из функций, определим равновесный объем товара: $Q^* = 1500$ ед.

Если правительство зафиксирует цену товара на уровне 3 руб., объем спроса (Qd) будет равен 1900 ед., а объем предложения (Qs) – 1300 ед. Иначе говоря, на рынке образуется товарный дефицит, равный разнице между объемом спроса и объемом предложения: $Qs - Qd = 1300 - 1900 = -600$ ед.

4. Допустим, функциями спроса и предложения холодильников «Север» являются соответственно $Qd = 400 - P$ и $Qs = 2P - 260$, где Qd – величина спроса на холодильники, тыс. шт.; Qs – величина предложения холодильников, тыс. шт.; P – цена, ден. ед. Определите, к чему приведет введение налога с оборота (выручки) в размере 12,5 % от цены.

Решение. До введения налога равновесная цена товара на рынке составляла 220 ден. ед., а *равновесное* количество – 180 тыс. шт. (пояснения в предыдущей задаче). После введения налога в распоряжении производителя остается 7/8 цены, что уменьшает предложение: $Qs = 2(7/8)P - 260$. Поэтому новая цена равновесия равна 240 ден. ед., а объем продаж – 160 тыс. шт. При этом общая выручка уменьшается с 39,6 до 38,4 млн ден. ед., а выручка, оставшаяся в распоряжении производителя, – с 39,6 до 33,6 млн ден. ед.

Тема 2.2. Теория потребительского выбора

Количественная теория полезности

1. Если некто потребляет 8 единиц товара при совокупной полезности 38 ютилей и 9 единиц при совокупной полезности 45 ютилей, чему равна предельная полезность (в ютилях) 9-й потребленной единицы?

2. Заполните пустые ячейки таблицы и постройте кривые общей и предельной полезности товара.

Таблица

Полезность товара

Номер единицы товара	Общая полезность	Предельная полезность
1	?	20
2	37	?
3	51	?
4	?	11
5	71	9

3. Цена товара A составляет 3 руб., цена товара B – 1,5 руб. Потребитель максимизирует удовлетворение от покупки товаров A и B. При этом он оценивает

предельную полезность товара *B* в 60 единиц. Как потребитель оценивает предельную полезность товара *A*?

4. В таблице предельная полезность каждого продукта для потребителя считается независимой от количества другого продукта. Цена продукта *X* составляет 2 долл., а цена продукта *Y* – 1 долл.

А. Изобразите кривые предельной и общей полезности блага *X*.

Б. Ответьте, сколько единиц каждого продукта купит потребитель при доходе в 12 долл.?

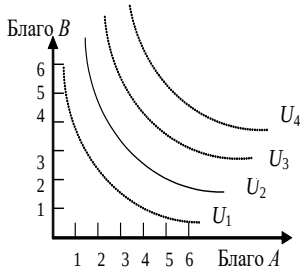
Таблица

Предельная полезность продуктов

Продукт *X*		Продукт *Y*	
номер единицы	предельная полезность	номер единицы	предельная полезность
1	40	1	22
2	35	2	20
3	30	3	18
4	25	4	16
5	20	5	14
6	15	6	12
7	10	7	10
8	5	8	8

Сравнительная теория полезности

5. На рисунке представлена карта кривых безразличия.



А. Каков экономический смысл кривой безразличия?

Б. Что означает форма и положение кривой U_2, т. е. ее отрицательный наклон и выпуклость по отношению к началу координат?

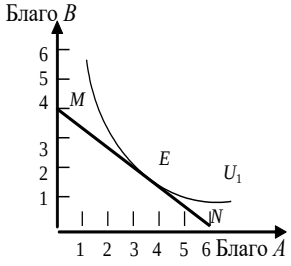
В. Что означают кривые безразличия, расположенные выше и ниже U_2?

Г. Могут ли пересекаться кривые безразличия?

Рис. Карта кривых безразличия

6. Допустим, некий потребитель считает, что ему одинаково полезно еженедельно выпивать как 8 стаканов молока и 3 стакана кефира, так и 6 стаканов молока и 4 стакана кефира. Чему в этом случае равна предельная норма замещения кефира молоком?

7. На рисунке представлены кривая безразличия и бюджетная линия.



А. Каков экономический смысл бюджетной линии *MN*? Чем определяется ее наклон? Если благо *B* подешевеет, как изменится наклон *MN*?

Б. Каковы возможности потребления в каждой точке на бюджетной линии?

В. Что означает для потребителя касание кривой безразличия U_1 и *MN* в точке *E*?

Г. Возможно ли касание U_1 линией *MN* в другой точке? Какие условия должны при этом измениться?

Д. Как можно выразить условия потребительского равновесия с помощью уравнения?

Рис. Касание кривой безразличия бюджетной линии

8. Потребитель имеет доход 3000 руб. На рисунке показаны две бюджетные линии и соответствующие им кривые безразличия.

А. Определите цену товара *Y*.

Б. Определите координаты двух точек линии спроса данного потребителя на товар *X*.

В. Напишите уравнения обеих бюджетных линий.

Г. Каков был бы доход потребителя, если бы цена товара *Y* равнялась 100 руб.?

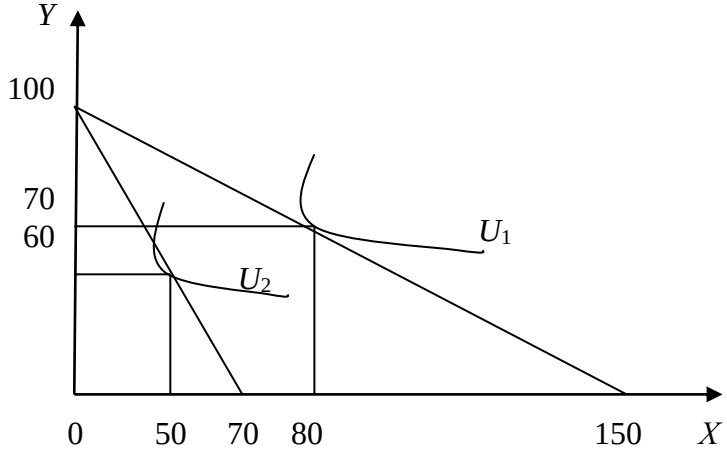


Рис. Ситуации равновесия потребителя

Эффекты спроса

9. На рис. 8 представлена кривая спроса.

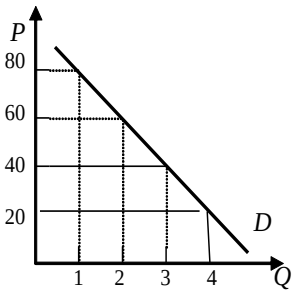


Рис. Кривая спроса

А. Какова рыночная цена первой, второй и третьей единиц блага при объеме рыночного спроса в 4 единицы блага?

Б. По какой максимальной цене потребитель оценивает каждую дополнительную единицу блага?

В. Сформулируйте понятие «излишек потребителя» и определите его величину при покупке 2, 3 и 4 единиц блага.

10. Функция спроса на товар задана уравнением $Qd = 50 - 2P$, а функция предложения уравнением $Qs = 5 + 3P$. Определите величину излишка потребителя.

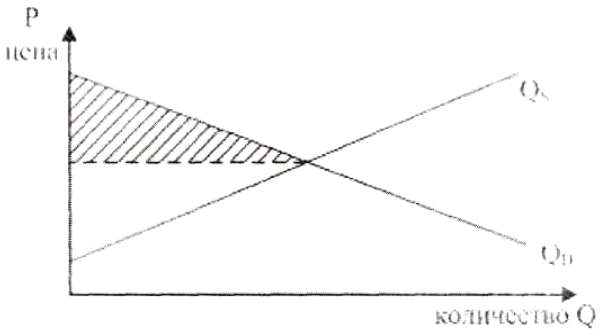


Рис. 9. Излишек потребителя

Примеры решения типовых задач

1. Используя данные рисунке, определите излишек потребителя при покупке трёх единиц блага.

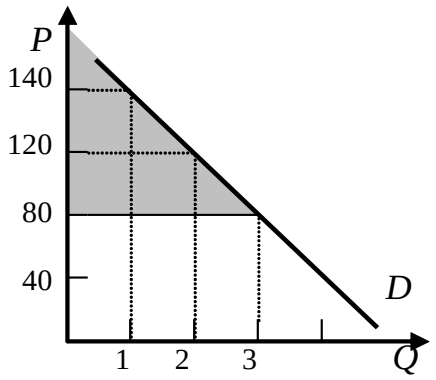


Рис. Излишек потребителя

Решение. На рисунке излишек потребителя – это окрашенная область, ограниченная сверху кривой спроса, а снизу – линией рыночной цены. Чем ниже цена, тем больше величина излишка потребителя.

При покупке трех единиц товара излишек потребителя составит:

$$(140 + 120 + 80) – (80 + 80 + 80) = 100 \text{ ден. ед.}$$

Примеры решения типовых задач

2. Представим гипотетическую ситуацию. Вы пришли в магазин за покупками, имея определенное количество денег (350 руб.). В магазине имеется два интересующих вас блага: благо *A* и благо *B*, цены которых соответственно равны 50 и 100 руб.

Таблица

Информация по предпочтениям покупателя

Номер единицы блага	Благо *A*		Благо *B*	
	MU_A	MU_A/P_A	MU_B	MU_B/P_B
1	5		9	
2	4		6	
3	3		5	
4	2		3	
5	1		1	
6	0,5		0,8	

*Решение***.** Рассчитаем отношение предельной полезности к цене для каждого из благ.

Таблица

Отношение предельной полезности к цене для каждого из благ

Номер единицы блага	Благо *A* (P_A = 50 руб.)		Благо *B* (P_B = 100 руб.)	
	MU_A	MU_A/P_A	MU_B	MU_B/P_B
1	5	0,1	9	0,09
2	4	0,08	6	0,06
3	3	0,06	5	0,05
4	2	0,04	3	0,03
5	1	0,02	1	0,01
6	0,5	0,01	0,8	0,008

Второй закон Г. Госсена гласит, что при максимизации общей полезности отношения предельных полезностей к цене для каждого из благ должны быть равны. Из табл. 9 видно, что данное условие соблюдается при комбинациях: 1) 3*A* + 2*B*; 2) 6*A* + 5*B*.

Проверим достаточность располагаемых средств для приобретения каждой из этих комбинаций:

1) необходимый бюджет = 3 · 50 + 2 · 100 = 350;
2) необходимый бюджет = 6 · 50 + 5 · 100 = 800.

Таким образом, при комбинации 3*A* + 2*B* общая полезность от покупки и потребления двух благ окажется максимальной.

3. На перемене студент решает выпить сок и/или съесть 1–2 порции салата. Проанализируйте его бюджетные возможности, если стакан сока стоит 50 руб., порция салата – 100 руб., а денежные средства, которые он готов потратить на еду, ограничиваются 200 руб.

*Решение***.** Если студент потратит все деньги на сок, то он сможет приобрести 4 стакана (200 : 50 = 4), если же он все деньги потратит на салаты, то сможет максимум купить 2 порции (200 : 2 = 2).

Отложим на графике полученные точки и соединим их прямой, получим бюджетную линию. Совокупность потребительских наборов, лежащих левее и ниже данной прямой, будет являть собой бюджетную область рассматриваемого потребителя.

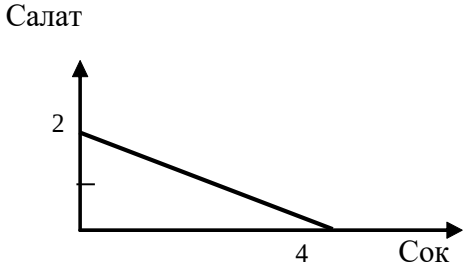


Рис. Бюджетная линия

Тема 2.3. Производство экономических благ. Издержки и прибыль предприятия

1. Если производственная функция определяется уравнением $Q = 100 + + 12K + 10L$, то какой вид имеют уравнения предельного продукта капитала и предельного продукта труда?

2. Заполните пустые ячейки табл. 10. На основе имеющихся данных изобразите кривые TP_L, MP_L, AP_L. Объясните действие закона убывающей отдачи.

Таблица

Общие, предельные и средние продукты труда

K	*L*	TP_L	MP_L	AP_L
10	0	0		
10	1	15		
10	2	40		
10	3	63		
10	4	76		
10	5	85		
10	6	90		
10	7	91		

K	L	TP_L	MP_L	AP_L
10	8	88		

3. Заполните пропуски в таблице

Таблица

Общие, предельные и средние продукты труда

Объем применения переменного ресурса	Общий выпуск продукции	Предельный продукт	Средний продукт
3	9	-	?
4	?	30	?
5	140	?	?
6	?	?	25

4. Фирма использует в производстве товара капитал (K) и труд (L), при этом $MP_K = 8$, а $MP_L = 20$. Цены единиц факторов производства: $P_K = 4$, $P_L = 10$. Является ли оптимальным использование ресурсов фирмой с точки зрения минимизации издержек?

5. В производстве некоего вида товара требуется два фактора: труд и земля. В каких из нижеперечисленных случаев достигается минимизация издержек?

Таблица

Предельные продукты и цены факторов производства

Случай	Предельный продукт земли	Цена земли	Предельный продукт труда	Цена труда
1	6	2	9	3
2	16	8	15	5
3	9	2	8	2
4	20	5	16	4

6. Предположим, что конкурирующая фирма использует 2 фактора в производственном процессе: труд и капитал. Предельный продукт труда составляет 10 ед. продукции, а предельный продукт капитала – 25 ед. Чему будет равна цена ед. капитала, если цена труда равна 5 ден. ед. и предприятие максимизирует прибыль?

7. Предположим, что производительность труда и капитала равны значениям, указанным в табл. 13. Цена единицы продукции, производимой с помощью этих факторов производства, равна 1$. Цена единицы труда составляет 2$, цена единицы капитала – 3$. Определите, каково соотношение труда и капитала, обеспечивающее предприятию: а) минимальные издержки; б) максимальную прибыль?

Таблица

Цены и предельные продукты капитала и труда

K	MP_K	MRP_K	MRP_K/P_K	L	MP_L	MRP_L	MRP_L/P_L
1	24			1	22		
2	21			2	18		
3	18			3	16		
4	15			4	14		
5	9			5	12		
6	6			6	8		
7	3			7	2		
8	1			8	1		

8. Заполните пустые ячейки табл. 14.

Таблица 14

Определение предельного продукта труда в денежном выражении

Единицы труда	Совокупный продукт	Предельный продукт	Цена, руб.	Совокупный доход	Предельный продукт в денежной форме, руб.
1	10		5		
2	19		5		
3	27		5		
4	34		5		
5	40		5		
6	45		5		
7	49		5		
8	52		5		
9	54		5		
10	55		5		

9. В нижеприведенных примерах MRP_L и MRP_K – величины предельных продуктов в денежном выражении труда и капитала, а P_L и P_K – цены на них. Определите, соответствуют ли в каждом случае условия для достижения предприятием максимальной прибыли. Если нет, то укажите, какие ресурсы следует использовать в большем или меньшем количестве.

А. $MRP_L = 8\$$; $P_L = 4\$$; $MRP_K = 8\$$; $P_K = 4\$$.

Б. $MRP_L = 10\$$; $P_L = 12\$$; $MRP_K = 14\$$; $P_K = 9\$$.

В. $MRP_L = 6\$$; $P_L = 6\$$; $MRP_K = 12\$$; $P_K = 12\$$.

Г. $MRP_L = 12\$$; $P_L = 26\$$; $MRP_K = 16\$$; $P_K = 19\$$.

10. Дана производственная функция: $Q = 7x_1 + 4x_2 - 3$. Цена выпускаемой продукции равна 5. Найдите: а) предельный продукт факторов x_1 и x_2; б) предельный доход факторов x_1 и x_2; в) предельную норму технологического замещения фактора x_1 фактором x_2.

11. Что собой представляет изокванта? Назовите и поясните свойства изокванты. Каких видов она бывает? Постойте изокванту по следующим данным: $3x_1 + 5x_2 = 15$.

12. Объем производства увеличивается. Проследите, как изменяются общие, постоянные, переменные и др. издержки. Что вы понимаете под этими издержками? Заполните таблицу, показав, как рассчитываются все виды издержек.

Таблица

Определение различных видов издержек производства

Выпуск продукции (в шт.) *Q*	Общие издержки *TC*	Общие постоянные издержки *TFC*	Общие переменные издержки *TVC*	Средние общие издержки *ATC*	Средние постоянные издержки *AFC*	Средние переменные издержки *AVC*	Предельные издержки *MC*
0	20						
1	30						
2	50						
3	80						
4	120						
5	170						

13. Заполните пустые ячейки таблицы

Таблица

Определение различных видов издержек производства

Q	*FC*	*VC*	*TC*	*AFC*	*AVC*	*ATC*	*MC*

0	60	0					
1	60	45					
2	60	85					
3	60	120					
4	60	150					
5	60	185					
6	60	225					
7	60	270					
8	60	325					
9	60	390					
10	60	465					

А. Изобразите кривые *FC, VC, TC*. Объясните, каким образом закон убывающей отдачи воздействует на форму кривых *VC* и *TC*.

Б. Изобразите кривые *AFC, AVC, ATC, MC*. Объясните, почему кривая *MC* пересекает кривые *ATC* и *AVC* в точках их минимума?

14. В краткосрочном периоде фирма производит 500 ед. продукции. Средние переменные издержки – 20 руб., средние постоянные издержки – 5 руб. Чему будут равны общие издержки?

15. В краткосрочном периоде фирма производит 500 ед. продукции. Средние переменные издержки составляют 2 долл., средние постоянные издержки – 0,5 долл. Чему будут равны общие издержки?

Примеры решения типовых задач

1. Заполните пропуски в таблице, отражающей зависимость результативности производства от объема используемого труда.

Таблица

Зависимость результативности производства от объема используемого труда

Объем труда, L	Объем выпуска, Q	Предельный продукт труда, MP_L	Средний продукт труда, AP_L
1	?	?	1000
2	?	1000	?
3	2790	?	?
4	?	610	?
5	?	?	770

Решение. Предельный продукт труда, или предельная производительность труда – это количество экономического блага, произведенное при использовании дополнительной единицы труда. Его величина определяется по формуле $MP_L = \Delta Q / \Delta L$.

Если известен MP_L, то $\Delta Q = MP_L \cdot \Delta L$, а $Q_1 = Q_0 + \Delta Q$.

Средний продукт, или средняя производительность, труда – это количество экономического блага, приходящееся на единицу труда. Его величина определяется по формуле $AP_L = Q / L$.

Если известен AP_L, то $Q = AP_L \cdot L$.

Сделаем необходимые расчёты и заполним пропуски в табл.

Таблица

Зависимость результативности производства от объема используемого труда

Количество труда, L	Объем выпуска, Q	Предельный продукт труда, MP_L	Средний продукт труда, AP_L
1	1000	-	1000

2	2000	1000	1000
3	2790	790	930
4	3400	610	850
5	3850	450	770

2. Производственные функции фирм *A* и *B* заданы соответст-вующими уравнениями: $Q_A = 7K^2 + 8L^2 - 5KL$ и $Q_B = 2KL^2 + 400$, где *K* – количество единиц оборудования; *L* – количество труда рассматриваемых фирм. У какой фирмы предельная производительность труда выше, если на обоих производствах используется 5 ед. оборудования и 10 ед. труда?

Решение. Предельная производительность труда по фирме *A*:

$MP_L = Q_A`(L) = 16L - 5K$. При $L = 10$ ед., $K = 5$ ед.: $MP_L = 16 \cdot 10 - 5 \cdot 5 = 185$.

Предельная производительность труда по фирме *B*:

$MP_L = Q_B`(L) = 4\,K\,L$. При $L = 10$ ед., $K = 5$ ед.: $MP_L = 4 \cdot 5 \cdot 10 = 200$.

Таким образом, у фирмы *B* предельная производительность труда выше.

Задача 3. Вы создали собственную фирму. По окончании года, по расчетам бухгалтера, прибыль составила 8 млн руб. Насколько прибыльным оказался ваш бизнес, с вашей точки зрения, принимая во внимание тот факт, что вам пришлось оставить работу, которая приносила ежегодный доход в 3 млн руб. Кроме того, для создания фирмы вы вложили собственные денежные средства в размере 10 млн руб. Ставка процента составляет 20 % годовых. Будете ли вы иметь экономическую прибыль и чему она будет равна?

Решение. Экономическая прибыль = бухгалтерская прибыль – внутренние (неявные) издержки.

Внутренние (неявные) издержки = $3 + 10 \cdot 0{,}2 = 5$ млн руб.

Экономическая прибыль = $8 - 5 = 3$ млн руб.

Задача 4. Задана зависимость валовых издержек предприятия (*TC*) от выпуска продукции (*Q*).

Таблица

Зависимость валовых издержек предприятия от выпуска продукции

Выпуск продукции	0	1	2	3	4	5	6
Валовые издержки	60	100	130	155	190	245	335

Рассчитайте: постоянные (*FC*), переменные (*VC*), предельные (*MC*), средние общие (*ATC*), средние постоянные (*AFC*), средние переменные (*AVC*) издержки.

Решение. Постоянные издержки (*FC*) – это издержки, величина которых не изменяется при изменении объема производства. $FC = TC$ при $Q = 0$.

Переменные издержки (*VC*) – это издержки, величина которых изменяется при изменении объема производства. $VC = TC - FC$.

Средние издержки (*ATC*) – это издержки на производство единицы экономического блага. $ATC = TC/Q$.

Средние постоянные издержки: $AFC = FC/Q$.

Средние переменные издержки: $AVC = VC/Q$.

Предельные издержки (*MC*) – это издержки, связанные с производством дополнительной единицы продукции. $MC = \Delta TC/\Delta Q$.

Сделаем необходимые расчёты и запишем все данные в табл.

Таблица

Определение издержек производства

Q	*TC*	*FC*	*VC*	*MC*	*ATC*	*AFC*	*AVC*

0	60	60	0	–	–	–	–
1	100	60	40	40	100,0	60	40,0
2	130	60	70	30	65,0	30	35,0
3	155	60	95	25	51,7	20	31,7
4	190	60	130	45	47,5	15	32,5
5	245	60	185	55	49,0	12	37,0
6	335	60	275	90	55,8	10	45,8

Задача 5. Предприятие находится в условиях совершенной конкуренции. Цена продукции, создаваемой фирмой, установилась на уровне 10 руб. Зависимость валовых издержек от выпуска продукции представлена в таблице. Какой объем производства выберет предприятие, максимизирующее прибыль?

Таблица

Зависимость валовых издержек от выпуска продукции

Выпуск продукции	10	11	12	13	14	15
Валовые издержки	80	86	93	102	112	125

Решение. Конкурентное предприятие постоянно старается пребывать в состоянии равновесия, которому соответствует оптимальный объем производства, обеспечивающий максимальную экономическую прибыль или минимальные убытки. Экономическая прибыль (убытки) = $TR - TC$. Если $TR > TC$, то главной целью предприятия является максимизация экономической прибыли, если $TR < TC$, то минимизация убытков.

Условием равновесия предприятия является равенство предельных издержек и предельного дохода, т. е. $MC = MR$. В условиях совершенной конкуренции $MR = P$. Поэтому для решения задачи будем учитывать условие: $P = MR$.

Определим предельные издержки по формуле $MC = \Delta TC/\Delta Q$, где Q – объем выпуска, TC – валовые издержки. Запишем полученные данные в таблице

Таблица

Зависимость предельных издержек от выпуска продукции

Выпуск продукции	10	11	12	13	14	15
Предельные издержки	–	6	7	9	10	12

Таким образом, объем производства, который выберет предприятие, максимизирующее прибыль, равен 14 ед., так как при данном объеме достигается равенство цены продукции и предельных издержек.

Тема 2.4. Поведение предприятия в условиях совершенной и несовершенной конкуренции

Предприятие в условиях совершенной конкуренции

1. Предприятие находится в условиях совершенной конкуренции. Цена установилась на уровне 10 руб. Зависимость общих затрат от выпуска продукции представлена в таблице

Таблица

Зависимость общих затрат от выпуска продукции

Q	TC
10	80
11	86
12	93
13	102
14	113
15	125

Какой объем производства выберет это предприятие, если оно максими-зирует прибыль?

2. Заполните пустые ячейки таблицы. Определите:

а) какой объем производства обеспечивает конкурентному предприятию максимальную экономическую прибыль;

б) не обнаруживает ли динамика экономических показателей развития данного предприятия действие закона убывающей отдачи;

в) при каком соотношении *MR* и *MC* данное предприятие примет решение о прекращении наращивания объемов производства.

Таблица

Определение оптимального объема производства

Q	*P*	*TR*	*TC*	*TR – TC*	*MR*	*MC*
0	40		50			
1	40		100			
2	40		128			
3	40		148			
4	40		162			
5	40		180			
6	40		200			
7	40		222			
8	40		260			
9	40		305			
10	40		360			
11	40		425			

3. Кривая долгосрочных средних общих издержек фирмы (*LATC*), функционирующей в некоторой отрасли, имеет следующий вид:

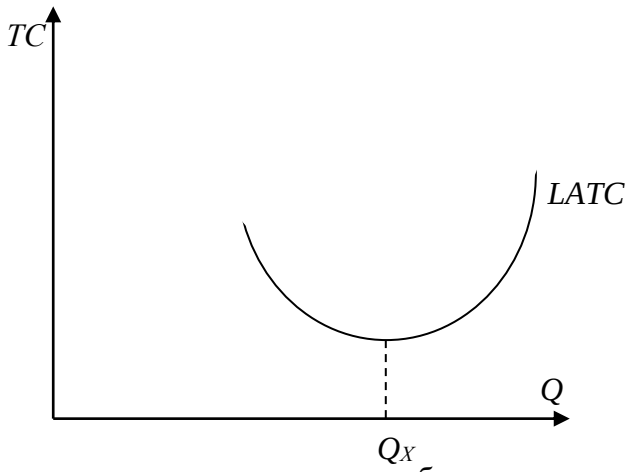


Рис. Кривая долгосрочных средних общих издержек фирмы

и задана функцией $LATC = Q^2 - 4Q + 14$, где Q – количество продукции. Каждая единица продукции в краткосрочном периоде реализуется по цене 20 ден. ед.

Задание 1. Выберите из предложенных ниже вариантов один правильный ответ и вставьте в предложение.

Фирмы, работающие на таком рынке, функционируют в условиях _____ .

Варианты: совершенной конкуренции; монополистической конкуренции; олигополии; монополии.

Задание 2. Выберите из предложенных ниже вариантов не менее двух правильных ответов и вставьте в предложение.

Форма кривой долгосрочных средневаловых издержек определяется _____ и до точки Q_X иллюстрирует действие_____ .

Варианты: эффекта масштаба производства; отрицательного эффекта масштаба производства; закона убывающей отдачи; положительного эффекта масштаба производства.

Задание 3.Решите задачу.

Цена в долгосрочном периоде установится на уровне _____ ден. ед.

4. Фирма, функционирующая на рынке совершенной конкуренции, выпекает 4 млн буханок хлеба в месяц. Если средние переменные издержки составляют 2,5 руб., а средние постоянные издержки – 0,5 руб., то какую прибыль фирма получит за месяц при цене 3,5 руб. за буханку?

Предприятие в условиях несовершенной конкуренции

5. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 40 – 4Q$, а функция совокупных издержек $TC = 5Q^2 + 4Q + 750$. Определите объем производства (в тыс. ед.) фирмы в условиях краткосрочного равновесия.

6. Спрос на продукцию монополизированной отрасли описывается функцией $Q = 200 – P$, а восходящий отрезок кривой предельных издержек выражен функцией $MC = 5Q – 10$. При какой цене монополист обеспечит себе максимальную экономическую прибыль?

7. Функция рыночного спроса имеет вид $P = 42 – Q$, а функция совокупных издержек фирмы $TC = Q^2 + 2Q + 35$. Определите оптимальный объем производства и цену в условиях совершенной конкуренции и чистой монополии.

8. Предприятие-монополист, у которого постоянные издержки равны 7500 тыс. руб., запланировало на следующий год следующие показатели:

Таблица

Показатели предприятия-монополиста

P, руб./шт.	400	375	350	325	300
Q, тыс. шт.	40	50	70	95	105
TC, тыс. руб.	17500	19700	22800	26000	28000

Определите наиболее выгодные для предприятия *P* и *Q* с помощью двух методов: сопоставление *TR* и *TC*, сопоставление *MR* и *MC*. Дайте графическую иллюстрацию полученным результатам.

9. Функция спроса на продукцию монополиста имеет вид $P = 14 – 5Q$, а функция совокупных издержек – $TC = 2Q^2 + 80$. Определите коэффициент рыночной власти данной фирмы.

10. Среди участников отраслевого рынка представлены 4 компании, которые занимают следующие доли: 10, 20, 32 и 38 %. Определите индекс концентрации данной отрасли.

Примеры решения типовых задач

1. Если общие издержки производства описаны в таблице, то какой объем производства выберет фирма в условиях совершенной конкуренции при сложившейся цене одной ед. в 60 руб. и размере постоянных издержек 60 руб.?

Таблица

Зависимость общих затрат от выпуска продукции

Q	1	2	3	4	5	6
TC	100	130	170	222	281	351

Решение. Заполним таблицу данными о предельных издержках, рассчитав их по формуле $MC = \Delta TC / \Delta Q$.

Таблица

Зависимость общих и предельных затрат от выпуска продукции

Q	1	2	3	4	5	6
TC	100	130	170	222	281	351
MC	40	30	40	52	59	70

Фирма – совершенный конкурент – выберет такой объем производства, при котором предельные издержки не превышают цену (равны или чуть ниже ее уровня). Отсюда находим объем производства: он равен 5 ед. Выручка составит 300 руб. = 5 ед. · 60 руб., а затраты 281 руб. Отсюда прибыль равна 19 руб.

2. На рынке в условиях совершенной конкуренции действуют 10 фирм, общие издержки которых описываются одинаковой функцией $TC = Q^2 – – 10Q + 35$. Рыночный спрос задан функцией $Q = 110 – P$. Найти равновесную цену (P*) и объем производства (Q*) для каждой из этих фирм.

Решение. Определим предельные издержки как первую производную общих издержек: $MC = 2Q – 10$. Учитывая, что $MC = P$, рассчитаем индивидуальное предложение каждой из фирм: $P = 2Q – 10$; $Q = 0{,}5P + 5$. Рыночное предложение: $Q = 10\ (0{,}5P + 5) = 5P + 50$. Условием равновесия является равенство спроса и предложения: $110 – P = 5P + 50$; $P^* = 10$; $Q^* = 100$; объем производства отдельной фирмы $Q = 100/10 = 10$.

3. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 50 – 10Q$, а функция совокупных издержек $TC = 5Q^2 + 20Q + 5$. Определите объем производства, обеспечивающий фирме максимальную прибыль.

Решение. Поскольку условием максимизации прибыли является равенство предельных издержек и предельных доходов, определим их величину и приравняем друг к другу.

Предельные издержки выводятся из функции совокупных издержек: $MC = TC`(Q) = 10Q + 20$.

Предельные доходы выводятся из функции совокупных доходов и функции спроса: $TR = P \cdot Q = (50 – 10Q)\ Q = 50Q – 10Q^2$; $MR = TR`(Q) = 50 – \ –20Q$.

Приравняем полученные функции предельных издержек и предельных доходов и определим величину оптимального объема производства: $10Q + 20 = = 50 – 20Q$; $30Q = 30$; $Q^* = 1$ тыс. ед.

Оптимальная цена выводится из функции спроса:

$$P = 50 – 10Q = 50 – 10 \cdot 1;\ P^* = 40 \text{ руб.}$$

4. Функция спроса монополиста имеет вид $P = 5000 – 17Q$, функция совокупных издержек – $TC = 75000 + 200Q – 17Q^2 + Q^3$. Определить: объем производства, обеспечивающий фирме максимальную прибыль; оптимальную рыночную цену; величину совокупной прибыли.

Решение. Условием максимизации прибыли является $MC = MR$. Найдем MC и MR из данных уравнений:

1. $TR = PQ = (5000 – 17Q)Q = 5000Q – 17Q^2$.

$MR = (TR)' = dTR/dQ = 5000 – 34Q$.

2. $MC = (TC)' = dTC/dQ = 200 – 34Q + 3Q^2$.

3. $MC = MR$; $200 – 34Q + 3Q^2 = 5000 – 34Q$; $3Q^2 = 4800$; $Q^* = 40$.

Оптимальный объем производства равен 40. Оптимальная рыночная цена находится путем подстановки оптимального объема производства (Q^*) в функцию спроса: $P = 5000 – 17Q$; $P = 5000 – 17 \cdot 40 = 4320$ руб.

Совокупная прибыль может быть найдена как разница между TC и TR при $Q^* = 40$. Прибыль = $TR – TC$ = 52000 руб.

2. На рынке кондитерских изделий России конкурируют российские и зарубежные производители. Доля рынка представлена в таблице.

Таблица

Российские и зарубежные производители на рынке кондитерских изделий России

Компания	Доля рынка по стоимости, в %
Nestle	25,2
Объединенные кондитеры, в т. ч.	18,0
кондитерский концерн «Бабаевский»	8,4
фабрика «Красный октябрь»	6,0
фабрика «Рот Фронт»	3,6
Kraft Foods	12,9
Mars	11,2

Среди участников рынка шоколадной продукции важное место занимает кондитерский холдинг «Объединенные кондитеры», созданный в 2005 году. Индекс концентрации крупнейших иностранных корпораций, производящих кондитерские изделия, на российском рынке составляет более _____ %. (Ответ запишите с точностью до десятых).

Решение. Степень концентрации (индекс) рассчитывается как сумма рыночных долей крупнейших продавцов, действующих на рынке данного товара: $I = \sum S_i$, где S − рыночная доля производства (продаж) каждого предприятия отрасли. Из табл. 29 видно, что *Nestle, Kraft Foods, Mars* производят более 10 % каждая. Их суммарная доля составит: $I = 25{,}2 + 12{,}9 + 11{,}2 = 49{,}3$.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

Тема 3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

Система национальных счетов и её показатели

1. При производстве автомобилей на сумму 3,5 млн руб. фирма использовала полуфабрикаты на сумму 1 млн руб., выплатила рабочим заработную плату в размере 2 млн руб. Кроме того, она зачислила в амортизационный фонд 300 тыс. руб. Чему равна добавленная стоимость?

2. Производство одного трикотажного изделия проходит несколько этапов и на каждом этапе имеет свою стоимость: 1) овцеводческая ферма – 50 ден. ед.; 2) шерстеперерабатывающая фабрика – 100 ден. ед.; 3) трикотажное ателье – 200 ден. ед.; 4) предприятие оптовой торговли – 250 ден. ед.; 5) предприятие розничной торговли – 350 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

3. Предположим, что продажные цены материалов и продукции для производства шерстяного костюма составили: шерсть – 60 ден. ед., шерстяная ткань – 100 ден. ед., костюм (цена производителя) – 125 ден. ед., костюм (оптовая цена) – 175 ден. ед., костюм (розничная цена) – 250 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

4. На основании имеющихся статей расходов и доходов страны определите валовой национальный продукт по расходам, чистый национальный продукт, национальный доход, личный доход.

Показатели	Значения, млрд руб.
1. Государственные закупки товаров и услуг	70
2. Конечное потребление населения	220
3. Доходы от собственности	30
4. Чистый экспорт	34
5. Амортизационные отчисления	25
6. Дивиденды	10
7. Заработная плата наемных работников	200
8. Косвенные налоги на бизнес	15
9. Чистые внутренние инвестиции	28
10. Трансфертные выплаты	10
11. Налоги на доходы корпораций	28
12. Проценты на вложенный капитал	12
13. Прибыли корпораций	60
14. Рента	15

5. Определите личный располагаемый доход при наличии следующих данных (в ден. ед.): национальный доход – 3000, взносы на социальные нужды – 400, налоги на прибыль корпораций – 140, нераспределенная прибыль – 60, трансфертные платежи – 180, дивиденды – 40, подоходный налог – 20, налог на имущество физических лиц – 15.

6. Определите ВВП исходя из следующих данных (в ден. ед.): личные потребительские расходы – 300, зарплата наемных работников – 220, амортизация – 20, чистый экспорт – 15, прибыли корпораций – 55, госзакупки товаров и услуг – 60, чистые инвестиции – 28.

7. Определите чистый валовой продукт исходя из следующих данных (в ден. ед.): зарплата наемных работников – 300, арендная плата – 10, процент – 20, доход от собственности – 200, прибыль корпораций – 70, косвенные налоги – 16, амортизация – 13.

8. Известны следующие данные (в ден. ед.): ВНП – 5000, потребительские расходы – 3200, государственные расходы – 900, экспорт – 350, чистый экспорт – 80, амортизация – 150, косвенные налоги – 150. Найти: валовые инвестиции, величину импорта, чистый национальный продукт, национальный доход.

9. Известны следующие данные (в ден. ед.): государственные закупки – 57, личные потребительские расходы – 1810, экспорт – 367, импорт – 338, валовые инвестиции – 437, амортизация – 307, зарплата – 1442, рента – 33, процент на капитал – 201, косвенные налоги – 275, чистый факторный доход – 25. Найти валовой национальный продукт (ВНП).

10. Определите чистый национальный продукт (ЧНП) исходя из следующих данных: личные потребительские расходы – 255, зарплата наемных работников – 230, амортизация – 22, чистый экспорт – 5, прибыли корпораций – 56, госзакупки товаров и услуг – 70, чистые инвестиции – 38, трансферты – 15, чистый факторный доход – 3.

11. Известны следующие данные (в ден. ед.): государственные расходы – 70; потребительские расходы – 200; экспорт – 40; импорт – 30; валовые инвестиции – 100; амортизация – 30; зарплата – 170; рента – 50; процент на капитал – 80; косвенные налоги – 40; чистый факторный доход – 10. Найти чистый национальный продукт (ЧНП).

12. ВВП страны равен 4000 ден. ед., потребление – 2500, инвестиции – 400, государственные расходы – 1200, экспорт – 200. Чему равна величина импорта?

13. ВВП страны равен 5000 ден. ед., потребительские расходы – 3200, государственные расходы – 900, чистый экспорт – 80. Рассчитайте величину валовых инвестиций.

Индексы цен

14. Если номинальный ВВП страны за 2010 год составил 5 млрд ден. ед., а дефлятор ВВП в 2010 году равен 1,05, то реальный ВВП составил _____ млрд ден. ед.

15. Если номинальный ВВП страны за 2010 год равен 64 млрд ден. ед., а темп инфляции в 2010 году – 28 %, то реальный ВВП составил _____ млрд ден. ед.

16. В 1990 году номинальный ВВП составил 300 млрд долл. Через год дефлятор ВВП увеличился в 1,2 раза, а реальный ВВП вырос на 10 %. Определите номинальный ВВП в 1991 году, если 1990 год – базовый.

17. Предположим, что номинальный ВВП увеличился с 500 до 600 млрд долл., а дефлятор ВВП – со 125 до 150 %. Чему равна величина реального ВВП?

18. Допустим, что в экономике производится и потребляется три товара. Определите индекс потребительских цен в 2006 году, если 2005 год – базисный.

Товар	2005 год		2006 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
А	1500	4	1200	8
Б	1200	6	0	10
В	1200	10	1500	6

19. В экономике производятся только три товара: груши, гитары и гетры. Рассчитайте реальный ВВП и дефлятор ВВП в 2003 году, приняв за базовый 2002 год.

Товар	2002 год		2003 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
Груши	3	20	3	25
Гитары	35	6	40	5
Гетры	14	10	15	8

20. В стране производится только два товара: чай и кофе. Подсчитайте индекс Фишера 2003 года, приняв за базовый 2002 год.

Товар	2002 год		2003 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
Чай	1100	9	1000	6
Кофе	1200	4	1500	10

21. Рассчитайте дефлятор ВВП, если были произведены огурцы, помидоры и кабачки в количестве 100, 75 и 50 т соответственно и проданы по цене 100, 150 и 75 ден. ед. за 1 кг. В предыдущем году цены были: 60, 90 и 80 ден. ед. за 1 кг соответственно.

Межотраслевой баланс

22. Пусть по экономике страны, которая состоит только из трех отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию трех отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i*-й отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})			Конечный спрос (y_{ij})	Выпуск (x_{ij})
	отрасль 1	отрасль 2	отрасль 3		
1	a_{11}=0,250	a_{12}=0,400	a_{13}=0,083	y_1= ?	x_1 =140
2	a_{21}=0,140	a_{22}=0,120	a_{23}=0,100	y_2= ?	x_2 =110

3	a_{31}=0,800	a_{32}=0,600	a_{33}=0,133	y_3= ?	x_3=420

23. Пусть по экономике страны, которая состоит только из двух отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию двух отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i-й* отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})		Конечный спрос (y_{ij})	Выпуск (x_{ij})
	отрасль 1	отрасль 2		
1	a_{11}=0,2	a_{12}=0,3	y_1= ?	x_1 =476
2	a_{21}=0,5	a_{22}=0,5	y_2= ?	x_2 = 836

24. В экономике, состоящей из трех отраслей, технология производства характеризуется коэффициентами прямых затрат a_{ij}, представленными в таблице. При полном использовании производственных мощностей отрасль I может произвести 717,51; отрасль II – 1338,98; отрасль III – 1389,83 ед. продукции. Каков должен быть спрос на конечную продукцию этих отраслей, чтобы их производственные мощности использовались полностью?

Отрасль	I	II	III
I	0,1	0,2	0,2
II	0,3	0,2	0,4
III	0,3	0,4	0,1

Примеры решения типовых задач

1. Предположим, что имеется четырехстадийное производство, конечный продукт которого –1 кг хлеба: 1-я стадия – агропитомник продает агрофирме выращенные семена пшеницы и удобрения для производства зерна за 10 ден. ед.; 2-я стадия – агрофирма производит зерно, затрачивая при этом 60 ден. ед., и продает его за 70 ден. ед.; 3-я стадия – мельница покупает у агрофирмы зерно, производит муку, затратив 30 ден. ед., ипродает ее пекарне за 100 ден. ед.; 4-я стадия – пекарня выпекает хлеб, прибавив к стоимости муки 50 ден. ед., и продает его магазину за 150 ден. ед. Магазин, в свою очередь, продает 1 кг хлеба населению за 170 ден. ед. Найдите: стоимость конечного продукта, суммарную добавленную стоимость, величину исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП.

Решение. В качестве конечного продукта в данном случае выступает 1 кг хлеба, который приобретают потребители и используют его по назначению – употребляют в пищу. Его стоимость – 170 ден. ед.

Суммарная добавленная стоимость равна стоимости конечного продукта. Порядок её формирования представлен ниже.

Стадия производства и реализации продукции	Стоимость продукции или сырья, ден. ед.	Добавленная стоимость, ден. ед.
1. Выращивание семян пшеницы и производство удобрений	10	10 – 0 = 10
2. Производство зерна	70	70 – 10 = 60
3. Помол муки	100	100 – 70 = 30
4. Выпекание хлеба и оптовая продажа	150	150 – 100 = 50
5. Розничная продажа	170	170 – 150 = 20
Всего	500	170

Величина исключаемого повторного счёта при расчёте ВВП равна сумме стоимостей промежуточной продукции – продукции, по отношению к которой цикл производства не завершён или она подлежит перепродаже: 10 + 70 + 100 + + 150 = 330 ден. ед.

2. Дано (в млрд руб.): личные потребительские расходы – 245; трансфертные платежи – 12; арендная плата – 14; амортизация – 27; взносы на социальные нужды – 20; проценты – 13; доход от собственности – 31; дивиденды – 16; чистый экспорт – 3; заработная плата наемных работников – 221; косвенные налоги на бизнес – 18; индивидуальные налоги – 26; нераспределенная прибыль корпораций – 21; прибыль корпораций – 56; налог на прибыль корпораций – 13; чистые инвестиции – 33; государственные закупки товаров и услуг – 72; чистый факторный доход – 4. Необходимо рассчитать: ВВП (по расходам и по доходам), ВНП, ЧНП, НД, ЛД, ЛРД.

Решение. Вначале рассчитаем ВВП с использованием метода по расходам по следующей формуле:

$$GIP = C + I_g + G + X_n,$$

гдеC – личные потребительские расходы (потребление), ден. ед.;

I_g – валовые инвестиции в экономику (инвестиции-брутто), ден. ед.; $I_g = I_n + I_r$;

I_n – чистые инвестиции (инвестиции-нетто), ден. ед.;

I_r– инвестиции замещения (направляются на обновление устаревших и изношенных основных фондов; финансируются за счёт амортизационных отчислений: $I_r = D$), ден. ед.;

D– амортизационные отчисления (амортизация), ден. ед.;

G– государственныезакупки товаров и услуг и др., ден. ед.;

X_n – чистый экспорт, ден. ед.; $X_n = X – Z$;

X – экспорт, ден. ед.;

Z – импорт, ден. ед.

Итак, GIP =245 + (33 + 27) + 72 + 3 = 380 млрд руб.

Рассчитаем ВВП с использованием метода по доходам по следующей формуле:

$$GIP = W + R + r + P + D + T_{\text{ind}},$$

где W– заработная плата наемных работников и надбавки к ней, ден. ед.;

R– рентные доходы, получаемые домохозяйствами в результате сдачи в аренду имущества (арендная плата), ден. ед.;

r– процент на ссудный капитал, ден. ед.;

P – доходы от собственности и прибыль корпораций, ден. ед.;

D– амортизационные отчисления, ден. ед.;

T_{ind} – косвенные налоги (налог на добавленную стоимость, акцизы, таможенные пошлины), ден. ед.

GIP =221 + 14 + 13 + (31 + 56) + 27 + 18 = 380 млрд руб.

Валовой национальный продукт (ВНП) определяется по формуле

$$GNP = GIP + NFP,$$

где NFP – чистый факторный доход, ден. ед.

GNP = 380 + 4 = 384 млрд руб.

Чистый национальный продукт (ЧНП) определяется по формуле

$$NNP = GNP – D,$$

NNP =384 – 27 = 357 млрд руб.

Национальный доход (НД) определяется по формуле

$$NI = NNP – T_{\text{ind}},$$

NI = 357 – 18 = 339 млрдруб.

Личный доход (ЛД, PI) рассчитывается следующим образом:

ЛД = национальный доход – взносы на социальные нужды – налог на прибыль корпораций – нераспределенная прибыль корпораций + дивиденды + трансфертные платежи.

PI = 339 – 20 – 13 – 21 + 16 + 12 = 313 млрд руб.

Личный располагаемый доход (ЛРД, *DI*) рассчитывается следующим образом:

ЛРД = ЛД – индивидуальные налоги (подоходный налог с физических лиц, налог на имущество физических лиц).

DI =313 – 26 = 287 млрд руб.

3. Допустим, что в экономике производится и потребляется три товара. Определите индекс Фишера в 2006 году, если 2005 год – базисный.

Товар	2005 год		2006 год	
	объем выпуска	цена	объем выпуска	цена
А	2000	10	1100	11
Б	1500	2	1200	10
В	1200	10	1500	6

Решение. Индекс Фишера – индекс, представляющий собой среднегеометрическое значение из индексов Ласпейреса и Пааше: $I_F = \sqrt{I_L \cdot I_P}$.

Индекс Ласпейреса – индекс, где в качестве весов представлен неизменный набор благ (потребительская корзина), определяется по формуле

$$I_L = \sum(p^i_1 \cdot q^i_0)/\sum(p^i_0 \cdot q^i_0),$$

гдеq^i_0 – количество блага *i*-го вида в базисном году;

p^i_0– цена блага *i*-го вида в базисном году;

p^i_1– цена блага *i*-го вида в текущем году.

I_L = (11 · 2000 + 10 · 1500 + 6 · 1200) / (10 · 2000 + 2 · 1500 + 10 х х 1200) = 1,263, или 126,3 %.

Индекс Пааше – индекс цен, где в качестве весов берутся количества благ, созданных в текущем году (изменяющийся набор благ),определяется по формуле

$$I_P=\sum(p^i_1 \cdot q^i_1)/\sum(p^i_0 \cdot q^i_1),$$

где q^i_1–количество блага *i*-го вида в текущем году.

I_P = (11 · 1100 + 10 · 1200 + 6 · 1500) / (10 · 1100 + 2 · 1200 + 10 хх1500) = 1,165,или 116,5 %.

$I_F = \sqrt{1{,}263 \cdot 1{,}165} = 1{,}213$, или 121,3 %.

4. Пусть по экономике страны, которая состоит только из двух отраслей, для отчетного года построен межотраслевой баланс и рассчитаны коэффициенты прямых затрат. Определить конечный спрос на продукцию двух отраслей.

Отрасль экономики	Коэффициенты прямых затрат продукции *i*-й отрасли на единицу продукции *j*-й отрасли (a_{ij})		Конечный спрос (y_i)	Выпуск (x_i)
	отрасль 1	отрасль 2		
1	a_{11}=0,2	a_{12}=0,3	y_1= ?	x_1 =440
2	a_{21}=0,5	a_{22}=0,5	y_2= ?	x_2 =840

Решение. Межотраслевой баланс, построенный с использованием модели «затраты – выпуск», характеризуется следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + y_1 \\ x_2 = a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + y_2, \end{cases}$$

гдеx_i – количество продукции *i*-й отрасли, ед.;

y_i – количество конечной продукции i-й отрасли, ед.

Отсюда $y_1 = x_1 – a_{11} \cdot x_1 – a_{12} \cdot x_2$,

$y_2 = x_2 – a_{21} \cdot x_1 – a_{22} \cdot x_2$.

Итак, $y_1 = 440 – 0{,}2 \cdot 440 – 0{,}3 \cdot 840 = 100$ ед.;

$y_2 = 840 – 0{,}5 \cdot 440 – 0{,}5 \cdot 840 = 200$ ед.

Тема 3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

Модель AD-AS

1. В классической интерпретации модели *AD-AS* потенциальный ВВП равен 1200. В базисном году прямая совокупного спроса описывалась функцией: $Y = 1800 – 3P$, в текущем году: $Y = 1500 – 3P$, где P – уровень цен, %. На сколько изменился уровень цен в текущем году по сравнению с базисным при учёте эффекта храповика.

2. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS* уровень цен зафиксирован на уровне 130 %. В базисном году прямая совокупного спроса описывалась функцией: $Y = 1400 – 2P$, в текущем году: $Y = 1600 – 2P$. Как поменялся фактический ВВП в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

3. Совокупное предложение характеризуется данными, представленными ниже.

Уровень цен	250	225	200	175	150	125	125	125
Реальный ВВП	2000	2000	1900	1700	1400	1000	500	0

Совокупный спрос представлен тремя вариантами.

Уровень цен		250	225	200	175	150	125	100
Реальный ВВП	I	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
	II	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
	III	400	500	600	700	800	900	1000

Постройте график совокупного предложения и графики совокупного спроса, соответствующие трем вариантам. Определите равновесный объем ВВП и равновесный уровень цен для каждого из трех вариантов. Дайте их характеристику.

Модель Кейнса

4. Если при увеличении личного располагаемого дохода с 400 до 800 млн руб. сбережения домохозяйств увеличились с 40 до 160 млн руб., то на сколько процентов увеличилась средняя склонность к сбережению?

5. Линейные уравнения для графиков потребления и сбережения имеют следующую общую форму: $C = a + b \cdot Y$, $S = – a + (1 – b)\, Y$.

А. Постройте графики потребления и сбережений, используя данные таблицы:

Y, ден. ед.	0	100	200	300	400
C, ден. ед.	80	140	200	260	320

Б. Составьте уравнение потребления и сбережений. Определите равновесный уровень национального дохода для условий односекторной экономики.

В. Предположим, что объем сбережений при данном уровне Y падает на 20 ден. ед., а величины b, $(1 – b)$ остаются неизменными. Составьте уравнение потребления и сбережений с новыми числовыми значениями и найдите фактор, который мог бы вызвать это изменение.Определите новый равновесный уровень национального дохода.

Г. Определите мультипликатор личных потребительских расходов.

6. Функция потребления имеет вид: $C = 100 + 0{,}8Y$.

а) рассчитайте потребительские расходы (потребление) и сбережения при данных значениях дохода:

Доход	Потребление	Сбережение
600		
800		
1000		
1200		
1400		

б) постройте графики потребления и сбережений;

в) определите предельную склонность к потреблению и предельную склонность к сбережению;

г) определите равновесный уровень национального дохода;

д) рассчитайте мультипликатор личных потребительских расходов.

7. Увеличение национального дохода на 10 млрд долл. произошло в результате первоначальных инвестиций некой величины. Если *MPS* равна 0,2, то каков был размер этих первоначальных инвестиций?

8. В базовом году ВВП составил 2400 ден. ед., в текущем году – 2200 ден. ед. Снижение ВВП связано с уменьшением инвестиций на 40 ден. ед. при неизменности прочих компонентов совокупных расходов. Чему равна предельная склонность к сбережению?

9. Если функция сбережений описывается формулой: $S = -30 + + 0{,}1Y$, а автономные инвестиции равны 125 ден. ед., то каков будет равновесный уровень национального дохода в условиях двухсекторной экономики?

10. В экономике страны функция инвестиций определяется уравнением: $I = 40 + 0{,}4Y$, а функция сбережений – уравнением: $S = -20 + 0{,}6Y$. Определите равновесный уровень национального дохода.

11. Инвестиционный спрос в стране описывается функцией: $I = 1000 - 5000r$, где *r*измеряется в дол. ед. Функция потребления имеет вид: $C = 100 + 0{,}7Y$. Процентная ставка равна 10 %. Найти: а) объем инвестиций; б) равновесный уровень национального дохода.

12. Если реальный ВВП увеличился с 466 до 490 млрд ден. ед., расходы домашних хозяйств возросли на 10 млрд ден. ед. и инвестиционные расходы возросли на 6 млрд ден. ед., то чему равна величина мультипликатора инвестиционных расходов.

13. Реальный национальный доход изменился с 600 до 760 млрдден. ед., предельная склонность к потреблению равна 0,7, потребительские расходы базового периода равны 360 млрд ден. ед. Чему равна средняя склонность к потреблению отчетного года?

14. Если предельная склонность к сбережению равна 0,3, средняя склонность к сбережению в базовом периоде – 0,4, потребительские расходы изменились с 400 до 472 млрдден. ед., то чему равен реальный национальный доход в текущем периоде?

15. Если мультипликатор равен 5, то чему равна предельная склонность к потреблению?

16. Если уравнение потребления имеет вид $C = 200 + 0{,}8Y$, то при увеличении автономных инвестиций на 30 млрд ден. ед. равновесный ВВП увеличится на _____ млрд ден. ед.

17. Функция потребления задана формулой: $C = 100 + 0{,}2Y$. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной экономики страны.

18. Если функция сбережений описывается формулой: $S = -40 + + 0{,}2Y$, а инвестиции равны 100 ден. ед., то какова будет величина равновесного национального дохода в условиях двухсекторной экономики страны?

19. Сбережения в экономике описываются следующей функцией: $S = -90 + 0{,}4Y$, $I = 40$. Чему равен совокупный доход в условиях равновесия двухсекторной экономики?

20. Потребление в экономике описывается следующей функцией: $C = 90 + 0{,}8Y$, инвестиции равны 60 ден. ед. Чему равен совокупный доход в условиях равновесия двухсекторной экономики?

21. Инвестиционный спрос в стране описывается функцией: I= 530 – 20 r, где r – процентная ставка, %. Функция потребления имеет вид: C = 30 + 0,7Y. Реальная процентная ставка равна 10 %. Найти величину равновесного национального дохода.

22. Функция сбережения задана формулой: S = – 80 + 0,2Y. Инвестиции равны 90 ден. ед, государственные закупки товаров и услуг – 40, экспорт – 30, импорт – 20. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной, двухсекторной, трехсекторной и четырехсекторной экономики страны; покажите графически.

23. Заполните таблицу и сделайте соответствующие выводы.

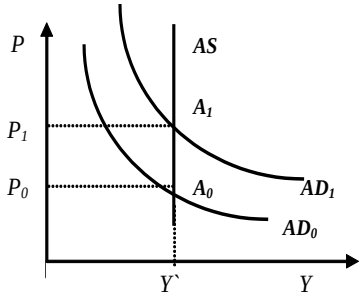
Y	C	S	ΔY	ΔC	ΔS	MPC	MPS
1000		0					
1100		10					
1200		30					
1300		60					
1400		110					

Примеры решения типовых задач

1. В классической интерпретации модели *AD-AS* потенциальный ВВП равен 2000 ден. ед. В базовом году прямая совокупного спроса описывалась функцией: Y = 2200 – 2P, в текущем году: Y= 2400 – 2P, где P – уровень цен, %. Как поменялся уровень цен в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

Решение. В классической интерпретации модели *AD-AS*кривая совокупного предложения выглядит как вертикальная прямая, проводимая на уровне потенциального ВВП (Y` = 2000 ден. ед.). В данной ситуации увеличение совокупного спроса приводит к росту цен.

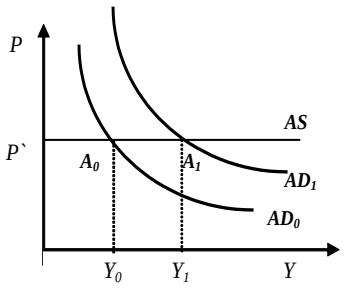
Находим уровень цен в базовом году, приравнивая совокупный спрос и совокупное предложение (AD = AS): 2000 = 2200 – 2P, P= 100 %. Подобным образом определяем уровень цен в текущем году: 2000 = 2400 – 2P, P= 200 %. Таким образом, уровень цен вырос на 100 %, или в 2 раза.



2. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS* уровень цен зафиксирован на уровне 150 %. В базовом году прямая совокупного спроса описывалась функцией: Y = 2100 – 2P, в текущем году: Y = 2200 – 2P, где P – уровень цен, %. Как поменялся реальный ВВП в текущем году по сравнению с базисным? Решите задачу аналитическим и графическим методами.

Решение. В кейнсианской интерпретации модели *AD-AS*кривая совокупного предложения выглядит как горизонтальная прямая, проводимая на уровне фиксированного индекса цен (P` = 150 %). В данной ситуации изменение совокупного спроса не влияет на уровень цен, но приводит к изменению реального ВВП.

Находим реальный ВВП в базовом году, подставляя в уравнение совокупного спроса фиксированное значение индекса цен: Y = 2100 – 2 х 150 = 1800 ден. ед. Подобным образом определяем реальный ВВП в текущем году: Y = 2200 – 2·150 = 1900 ден. ед. Таким образом, реальный ВВП вырос на 100 ден. ед.



3. Доход домохозяйства после уплаты налогов возрос по сравнению с прошлым годом с 200 до 220 млрд ден. ед., при этом потребление увеличилось на 15 млрд ден. ед. Определите предельную склонность к сбережению и предельную склонность к потреблению.

Решение. Предельная склонность к потреблению (*MPC*) – это часть прироста дохода, которая потребляется. *MPC*определяется по следующей формуле:

$$MPC = \Delta C / \Delta Y,$$

где ΔC – прирост потребления, ден. ед.;

ΔY – прирост дохода, ден. ед.

Предельная склонность к сбережению (*MPS*) – это часть прироста дохода, которая сберегается. *MPS* определяется по следующей формуле:

$$MPS = \Delta S / \Delta Y,$$

где ΔS – прирост сбережений, ден. ед.

Так как $C + S = Y$, то$\Delta C + \Delta S = \Delta Y$, $\Delta C / \Delta Y + \Delta S / \Delta Y = 1$, $MPC + MPS$=1.Отсюда, $MPS = 1 - MPC$.

Используя выше представленные формулы, рассчитаем необходимые показатели: $MPC = 15 / (220 - 200) = 0{,}75$; $MPS = 1 - 0{,}75 = 0{,}25$.

4. Каков должен быть прирост инвестиций при $MPS = 0{,}5$, чтобы обеспечить прирост дохода в 4000 ден. единиц? В 2000 ден. единиц?

Решение. Инвестиционный мультипликатор указывает на то, что если происходит приращение общей суммы инвестиций (осуществляются автономные инвестиции), то национальный доход увеличивается на сумму (ΔY), в m раз большую, чем сам прирост инвестиций (ΔI): $m = \Delta Y / \Delta I$.

По формуле $m = 1 / MPS$ находим значение инвестиционного мультипликатора: $m = 1/0{,}5 = 2$. Таким образом, для того чтобы получить прирост дохода в 4000 ден. ед., необходим прирост инвестиций в 2000 ден. ед. ($2000 \cdot 2 = 4000$), в 2000 ден. ед. – прирост инвестиций должен составить 1000 ден. ед. ($1000 \cdot 2 = 2000$).

5. Предельная склонность к сбережению составляет 0,25, автономное потребление – 100 ден. ед. Инвестиции равны 50 ден. ед, государственные закупки товаров и услуг – 200, экспорт – 140, импорт – 70. Определите величину равновесного национального дохода для односекторной, двухсекторной, трехсекторной и четырехсекторной экономики страны.

Решение. Условие равновесия национальной экономики: $Y = E$. Левая часть уравнения представляет собой национальный доход (Y), или совокупное предложение, правая часть иллюстрирует планируемые совокупные расходы (E), или совокупный спрос.

Условие равновесия односекторной экономики: $Y=C$. Учитывая типовую функцию потребления: $C = a + b \cdot Y$,где a–автономное потребление, $b = MPC$, и то, что $MPC = 1 - MPS$, получаем: $C = 100 + 0{,}75Y$. Находим величину равновесного национального дохода для односекторной экономики: $Y=100 + 0{,}75Y$, Y^*_1=400ден. ед.

Условие равновесия двухсекторной экономики: $Y=C + I$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + 0{,}75Y + 50$, Y^*_2= 600 ден. ед.

Условие равновесия трехсекторной экономики: $Y=C + I + G$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + 0{,}75Y + 50 + 200$, Y^*_3=1400ден. ед.

Условие равновесия четырехсекторной экономики: $Y=C + I + G + X_n$. Находим величину равновесного национального дохода: $Y=100 + + 0{,}75Y + 50 + 200 + (140 - 70)$, Y^*_4=1680 ден. ед.

6. Заполните таблицу и сделайте соответствующие выводы.

Y	*C*	*S*	*ΔY*	*ΔC*	*ΔS*	*MPC*	*MPS*
4000	3110						

5000	4000						
6000	4850						
7000	5600						
8000	6200						
9000	6730						

Решение. Используя следующие формулы: $S = Y – C$, $MPC = \Delta C / \Delta Y$, $MPS = \Delta S / \Delta Y$, заполним пустые ячейки таблицы.

Y	*C*	*S*	ΔY	ΔC	ΔS	*MPC*	*MPS*
4000	3110	890	–	–	–	–	–
5000	4000	1000	1000	890	110	0,89	0,11
6000	4850	1150	1000	850	150	0,85	0,15
7000	5600	1400	1000	750	250	0,75	0,25
8000	6200	1800	1000	600	400	0,60	0,40
9000	6730	2270	1000	530	470	0,53	0,47

Динамика *MPC* и *MPS* подтверждает действие основного психологического закона Кейнса: при росте личного располагаемого дохода абсолютно увеличиваются потребление и сбережения, но при этом относительная доля потребления уменьшается, а относительная доля сбережений увеличивается.

Темп инфляции

1. Имеются следующие данные о динамике уровня цен в стране: $ИПЦ_{1998}$ = 120 %, $ИПЦ_{1999}$ = 122 %, $ИПЦ_{2000}$ = 128 %, $ИПЦ_{2001}$ = 136 %, $ИПЦ_{2002}$ = 140 %. Проследите динамику уровня инфляции за представленный период.

2. В условную потребительскую корзину входят следующие продукты питания: 3 кг хлеба, 2 л молока, 1 кг колбасы. Цены продуктов питания представлены ниже.

Продукт	Цена базисного периода, ден. ед.	Цена текущего периода, ден. ед.
1 кг хлеба	5	6
1 л молока	7	9
1 кг колбасы	8	10

Индекс цен базисного периода – 110 %. Рассчитать темп инфляции за рассматриваемый период.

3. В условную потребительскую корзину входят следующие товары: еда (5 ед.), жилье (3 ед.), развлечения (4 ед.). Цены базового периода: 1 ед. еды – 14 долл.; 1 ед. жилья – 10 долл.; 1 ед. развлечения – 5 долл. Цены текущего периода: 1 ед. еды – 30 долл.; 1 ед. жилья – 20 долл.; 1 ед. развлечения – 6 долл. Индекс цен базового периода – 100 %. Рассчитать темп инфляции в текущем периоде.

4. Предположим, что индекс потребительских цен учитывает только два товара: еду и жилье. Доля продуктов питания – 0,33, а жилья – 0,67. Цены на продукты питания выросли на 20 %, а на жилье снизились на 2 %. Каков темп инфляции за год?

5. Инфляционным налогом называют часть доходов, сгорающих в огне инфляции. Инженер подрядился сделать работу в течение месяца за 2000 руб. Определите «инфляционный налог», или сколько потеряет инженер, потому что не получил плату вперед, при инфляции, равной 50% в месяц.

6. На основании следующих данных рассчитайте инфляционный налог: темп инфляции составляет 40 % в год, наличность – 5 млнруб., депозиты – 15 млн руб. Номинальная процентная ставка – 30 %.

7. Как изменится темп инфляции в стране, если при фактическом уровне безработицы 7 %, ожидаемом темпе инфляции 9,5 % и коэффициенте эластичности

инфляции по уровню безработицы 0,8 естественный уровень безработицы снизился с 6 до 5 %? Что при этом произойдёт с кривой Филлипса?

Показатели экономического роста

8. Заполните пустые ячейки таблицы.

Показатели	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Номинальный ВВП, трлн руб.	500	622	600	880	980
Индекс цен (дефлятор)	1,2	1,3	0,9	1,4	1,1
Реальный ВВП, трлн руб.					
Темп роста номинального ВВП, %					
Темп роста реального ВВП, %					
Темп прироста номинального ВВП, %					
Темп прироста реального ВВП, %					

Примеры решения типовых задач

1. Рассчитайте темп инфляции для каждого года, если базовым годом считать каждый предыдущий, и сделайте вывод о виде наблюдаемой инфляции.

Годы	Индекс цен, %
1	100
2	114
3	125
4	129

Решение. При расчёте темпа инфляции используем формулу

$$\pi = ((P_1 - P_0) / P_0) \cdot 100\ \%,$$

где P_1 и P_0 – индексы (уровни) цен текущего и базисного периодов соответственно, %.

В качестве базисного периода рассматриваем предыдущий год. Получаем результаты, представленные в таблице.

Годы	Индекс цен, %	Темп инфляции, %
1	100	–
2	114	14,00
3	125	9,65
4	129	3,20

В зависимости от темпов инфляции, она делится: на умеренную (ползучую) – до 10 % в год; галопирующую – от 10 до 200 % в год; гиперинфляцию – свыше 200 % в год. В данном случае наблюдается умеренная инфляция.

2. Объем депозитов в 3 раза превышает объем наличности при денежной массе, равной 5000 млрд руб. Рассчитайте величину инфляционного налога, если темп инфляции равен 20 % в год, а номинальная ставка процента 18 % годовых.

Решение. Денежная масса, равная 5000 млрд. рублей, состоит из наличности(C)и депозитов(D), что, исходя из условий задачи, соответствует 1250 + 3750. Расчет инфляционного налога ведется по формуле

$$IT = \pi \cdot C + (\pi - i) \cdot D,$$

где IT – сумма инфляционного налога, ден. ед.;

π– темп инфляции, дол.ед.;

i– номинальная ставка процента, дол. ед.

Подставив в данную формулу исходные данные, получим

$IT = 0{,}2 \cdot 1250 + (0{,}2 - 0{,}18) \cdot 3750 = 325$.

Таким образом, величина инфляционного налога составляет 325 млрд руб.

3. Реальный ВВП страны в 2005 г. составил 150 ден. ед., в 2006 г. – 160 ден. ед. Определить темпыроста и прироста ВВП.

Решение.

Темп роста ВВП = $(Y_1 / Y_0) \cdot 100$ %,

где Y_1 – объем реального ВВП в отчетном периоде, ден. ед.;

Y_0 – объем реального ВВП в базисном периоде, ден. ед.

Темп роста ВВП = $(160 / 150) \cdot 100$ % = 106 %.

Темп прироста ВВП = $((Y_1 - Y_0) / Y_0) \cdot 100$ %.

Темп прироста ВВП =$((160 - 150) / 150) \cdot 100$ % = 6 %.

Тема 3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

Денежное обращение

1. Если реальный ВВП увеличится в 1,12 раза, а денежная масса возрастет на 14 %,то что произойдет с уровнем цен при стабильной скорости обращения денег?

2. В таблице приведены данные о номинальном объеме ВВП и денежной массе США (млрд долл.).

Год	M_1	M_2	Номин. ВВП	V_1	V_2
1969	209	392,5	963,9		
1971	234	471,9	1102,7		
1973	270,5	571,4	1359,3		
1975	295,5	664,7	1598,4		
1977	338,5	809,5	1990,5		

Сравните скорость обращения денег в США, исчисленную на основе M_1 и M_2, за указанный в таблице период.

3. В среднем за год денежный агрегат M_2и ВВП в РФ составили величину, представленную в таблице. Рассчитайте коэффициент монетизации и скорость денежного обращения за указанные годы, сделайте соответствующие выводы.

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
M_2, трлн руб.	12,9	13,0	15,3	20,0	24,5	27,4	31,4
ВВП, трлн руб.	33,2	41,3	38,8	46,3	56,0	62,2	66,8

Денежный рынок. Спрос на деньги. Предложение денег

4. Трансакционный спрос на деньги составляет 300 млрд долл. Спекулятивный спрос на деньги представлен в таблице.

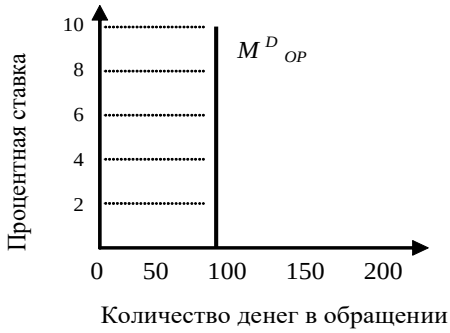
Ставка процента, %	Объем спроса на деньги, млрд долл.	
	спекулятивный	общий
14	30	?
13	50	?
12	70	?
11	90	?

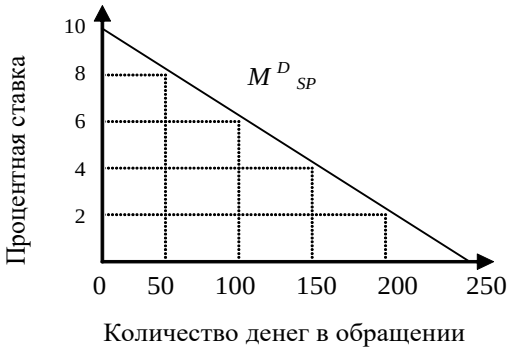
А. Определите общий спрос на деньги.

Б. Предложение денег составляет 370 млрд долл. Определите равновесную процентную ставку.

В. Определите величину равновесной процентной ставки, если предложение денег сократилось до 350 млрд долл.

5. Рассмотрите графики операционного и спекулятивного спроса на деньги. Постройте график общего спроса на деньги, найдите точку равновесия на денежном рынке при предложении денег 250 млрд долл.





6. Трансакционный спрос на деньги составляет 400 млрд долл.

А. Определите общий спрос на деньги при имеющихся данных по спекулятивному спросу.

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.
11	90
10	110
9	130
8	150

Б. Предложение денег составляет 510 млрд долл. Определите равновесную процентную ставку.

В. Определите равновесную процентную ставку, если предложение денег возросло до 530 млрд долл.

7. Предположим, что каждый доллар США, предназначенный для сделок, обращается в среднем 5 раз в год. Номинальный ВВП составляет 2000 млрд долл.

А. Определите величину спроса на деньги для сделок.

Б. В таблице показана величина спроса на деньги в целях накопления при различных ставках процента. Определите общий спрос на деньги.

Ставка процента, %	Объем спроса на деньги как средство накопления, млрд долл.
15	20
14	40
13	60
12	80
11	100
10	120
9	140

В. Предложение денег составляет 460 млрд руб. Определите равновесную ставку процента.

Модель IS-LM

8. Спрос домашних хозяйств на отечественные блага характеризуются функцией $C = 50+0{,}5Y$, а спрос предпринимателей на инвестиции задан формулой $I = 400 – 50r$. Государство закупает товаров и услуг на 100 ед. Вывести уравнение линии *IS*.

9. Заданы функции, определяющие поведение экономических субъектов на рынках благ и денег: $C = 50 + 0{,}6Y$; $I = 200 - 20r$; $M^D_{OP} = 0{,}4Y$; $M^D_{SP} = 500 - 50r$, где r – реальная процентная ставка, %. В обращении находится 400 ден. ед.Определите ситуацию совместного равновесия на рынках благ и денег.

10. Заданы функции, определяющие поведение экономических субъектов на рынках благ и денег: $C = 50 + 0{,}6Y$; $I = 200 - 20r$; $M^D_{OP} = 0{,}4Y$; $M^D_{SP} = 500 - 50r$, где r – реальная процентная ставка, %. В обращении находится 400 ден. ед.Как они распределятся между M^D_{OP} и M^D_{SP} при достижении совместного равновесия на рынках благ и денег?

Кредит. Создание кредитных денег

11. Какие формы кредита используются в каждом из нижеперечисленных случаев?

1) молодая семья берет кредит в банке сроком на несколько лет для покупки мебели;

2) государство выпускает облигационный заем для частичного погашения дефицита госбюджета;

3) завод по производству автомобильных двигателей поставляет автомобильному заводу партию своего товара с отсрочкой платежа;

4) коммерческий банк берет у другого коммерческого банка кредит.

12. В коммерческий банк внесен депозит на сумму 5000 руб. Норма обязательного банковского резервирования равна 5 %. Определить: а) какой максимальный кредит может выдать данный коммерческий банк; б) какой кредит может выдать банковская система в целом.

13. Чему будет равен общий прирост денежной массы в стране, если при норме обязательного банковского резервирования 20 % первоначальное увеличение депозитов составило 500 долл.?

14. Норма обязательного банковского резервирования равна 0,25. Объем депозитов в два раза больше наличности. Подсчитайте денежный мультипликатор с учетом наличности.

Коммерческие банки

15. Собственный капитал банка равен 7 млн руб., заемный – 23 млн руб.; ставка процента по ссудам (кредитный процент) – 14 %, по вкладам (депозитный процент) – 7 %. Расходы банка по выдаче кредита составляют 0,8 млн руб., по приему вкладов – 0,3 млн руб. Определите прибыль банка, если в кредит отдается 20 млн руб.

16. На основе баланса коммерческого банка определить следующее: 1) величину высоколиквидных активов банка, не приносящих ему доход; 2) величину кредитного портфеля банка; 3) величину инвестиционного портфеля банка; 4) величину собственных средств банка; 5) размер заемных средств банка; 6) величину обязательных и избыточных резервов банков, если норма обязательных резервов составляют 10 %.

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	200	Уставный капитал	200
Резервы в ЦБ	200	Вклады до востребования	100
Кредиты	200	Срочные вклады	250
Ценные бумаги	100	Нераспределенная прибыль	150
БАЛАНС	700	БАЛАНС	700

17. Даны балансы двух коммерческих банков. Необходимо оценить их деятельность с точки зрения дилеммы «прибыльность – ликвидность».

Банк А

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	100	Уставный капитал	200

Банк В

АКТИВ		ПАССИВ	
Наличные деньги	80	Уставный капитал	100

Резервы	50	Счета до востребования	500
Ссуды	350		
Ценные бумаги	200		
	700		700

Резервы	60	Счета до востребования	540
Ссуды	350		
Ценные бумаги	150		
	640		640

Примеры решения типовых задач

1. Если реальный ВВП увеличится в 1,2 раза, а денежная масса возрастет на 8 %, то что произойдет с уровнем цен при стабильной скорости обращения денег?

Решение. Используем модификацию уравнения Фишера, отражающую «монетарное правило» М. Фридмена:

$$\Delta M+\Delta V = \Delta P+\Delta Y,$$

где ΔM – прирост количества денег в обращении, %;

ΔV – прирост скорости обращения денег, %;

ΔP– прирост общего уровня цен (темп инфляции), %;

ΔY – прирост реального объема производства, т.е. реального ВВП,%.

Таким образом, $\Delta P = \Delta M+\Delta V - \Delta Y$, ΔP = 8 % + 0 % – 20 % = – 12 %. Уровень цен снизится на 12 %.

2. По данным, представленным ниже, определите по годам скорость обращения денег в России за указанный период и коэффициент монетизации, сделайте соответствующие выводы.

Показатели	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
M_2, трлн руб.	0,4	0,7	4,0	21,9	65,2	159,3	255,4
ВВП, трлн руб.	0,6	1,4	19,0	171,5	611,0	1658,3	2145,3

Решение. Скорость обращения денег рассчитываем на основании использования уравнения И. Фишера:

$$M\cdot V = P\cdot Y,$$

где M – прирост количества денег в обращении, ден. ед.;

V –скорость обращения денег, количество оборотов в год;

P– общий уровень цен, дол. ед.;

Y – реальный объем производства, т.е. реальный ВВП, ден. ед.

Таким образом, $V = P\cdot Y / M$.

Учитывая, что коэффициент монетизации является обратной величиной скорости обращения денег и выражается в %, получаем следующую формулу:$k = (M\cdot 100\ \%) /(P\cdot Y)$.

Итоги расчётов представлены ниже.

Показатели	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
V	1,50	2,00	4,75	7,83	9,37	10,41	8,40
k, %	67	50	21	13	11	10	12

На основании полученных результатов можно сделать соответствующие выводы. С 1990 по 1995 гг. наблюдался рост скорости обращения денег и одновременно снижение коэффициента монетизации, что свидетельствует о том, что величина денежной массы уменьшалась по сравнению со стоимостью создаваемой продукции. Улучшение ситуации наблюдалось в 1996 г.

3. Операционный спрос на деньги составляет 500 млрд руб. Спекулятивный спрос в зависимости от процентной ставки представлен в таблице.

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.
14	30
13	50
12	70
11	90
10	110
9	130
8	150

А. Определите общий спрос на деньги.

Б. Предложение денег составляет 630 млрд руб. Определите равновесную ставку процента.

В.Определите величину равновесной ставки процента, если предложение денег выросло до 650 млрд руб.; сократилось до 550 млрд руб.

Решение.

А. Суммируя последовательно спекулятивный и операционный спрос на деньги, получим следующие значения общего спроса на деньги:

Ставка процента, %	Спекулятивный спрос на деньги, млрд долл.	Общий спрос на деньги, млрд долл.
14	30	530
13	50	550
12	70	570
11	90	590
10	110	610
9	130	630
8	150	650

Б. Равновесная ставка процента характеризует равновесие на денежном рынке, что предполагает равенство общего спроса на деньги и предложения денег. При предложении денег в 630 млрд руб. равновесная ставка процента, как видно из таблицы, будет равна 9 %.

В.При увеличении предложения денег до 650 млрд руб. и сокращения до 550 млрд руб. равновесная ставка процента будет соответственно составлять 8 и 13 %.

4. В коммерческий банк внесен депозит на сумму 10000 руб. Норма обязательного банковского резервирования равна 25 %. Определить, какой максимальный кредит может выдать: а) данный коммерческий банк; б) банковская система в целом.

Решение. Максимальный кредит, который может выдать данный коммерческий банк, определяется по формуле

$$К = D – R_{об},$$

где D – первоначальный депозит, ден. ед.;

$R_{об}$– обязательные резервы коммерческого банка, ден. ед.;

$$R_{об} = r_{об} \cdot D,$$

где$r_{об}$– норма обязательного банковского резервирования, дол.ед.

К = 10000 – 0,25 · 10000 = 7500 руб.

Под максимальным кредитом, который может выдать банковская система в целом, понимается созданная кредитно-денежная масса (M) в результате внесения денежных средств в банковскую систему:

$$M = D \cdot 1/r_{об},$$

где $1/r_{об}$ представляет расчёт банковского (депозитного) мультипликатора, показывающего, во сколько раз созданная кредитно-денежная масса больше первоначального депозита.
Итак, $M = 10000 \cdot 1/0{,}25 = 40000$ руб.

5. Даны балансы двух коммерческих банков. Необходимо их оценить с точки зрения решения дилеммы «прибыльность – ликвидность».

Банк А

АКТИВ, ден. ед.		ПАССИВ, ден. ед.	
Наличные деньги	200	Уставный капитал	100
Резервы в ЦБ	200	Вклады до востребования	100
Кредиты	100	Срочные вклады	350
Ценные бумаги	100	Прибыль банка	50
БАЛАНС	600	БАЛАНС	600

Банк Б

АКТИВ, ден. ед.		ПАССИВ, ден. ед.	
Наличные деньги	50	Уставный капитал	100
Резервы в ЦБ	100	Вклады до востребования	200
Кредиты	450	Срочные вклады	400
Ценные бумаги	200	Прибыль банка	100
БАЛАНС	800	БАЛАНС	800

Решение. Основными показателями, характеризующими деятельность коммерческого банка, являются: *платежеспособность (ликвидность)* – способность банка своевременно и в полном объеме обеспечивать выполнение своих обязательств перед клиентами – и*прибыльность* – способность банка получать от своей деятельности прибыль. Обеспечение полной платежеспособности (ликвидности) банком возможно в ситуации неиспользования вкладов клиентов (невыдачи кредитов). Однако прибыльность банковской деятельности как раз и обеспечивается привлечением средств по низкой процентной ставке и последующей выдачей кредитов по более высокой процентной ставке. Поэтому перед банком всегда существует дилемма «прибыльность – ликвидность».

Банк А больше ориентирован на обеспечение своей ликвидности (платёжеспособности), так как доля его высоколиквидных активов, не приносящих ему доход больше, чем доля доходных активов, обеспечивающих прибыльность банка:

(200 + 200) / 600 > (100 + 100) / 600, 2/3 > 1/3.

Банк Б больше ориентирован на обеспечение свой прибыльности, так как доля его доходных активов, обеспечивающих прибыльность банка.больше доли высоколиквидных активов, не приносящих ему доход:

(50 + 100) / 800 < (450 + 200) / 800, 3/16 < 13/16.

6. В экономике с постоянным уровнем цен ($P = 4$) и отсутствием государственного вмешательства предприниматели ежегодно инвестируют в производство 100 ед. независимо от уровня реальной процентной ставки, а коэффициент чувствительности инвестиций к динамике процентной ставки равен 20. Население имеет предельную склонность к потреблению 0,5, а когда его доход достигнет 180 ед., оно доводит свой объем сбережений до 40 ед. В обращении находится 320 денежных единиц. Операционный спрос на деньги представлен функцией: $M^D_{OP} = 0{,}8Y$, спекулятивный спрос на деньги: $M^D_{SP} = 120 - 40r$.

А. Составьте уравнение *IS*.

Б. Составьте уравнение *LM*.

В. Определите долю операционного и спекулятивного спроса в общем объеме спроса на деньги в условиях совместного равновесия на рынках благ и денег.

Решение.

А. Составляем уравнение*IS.*

На основании представленных данных выводим функции: инвестиций $I = 100 – 20r$, потребления $C = 50 + 0{,}5Y$, сбережений $S = – 50 + 0{,}5Y$.

Условие равновесия на рынке благ: $I = S$.

$100 – 20r = – 50 + 0{,}5Y$, отсюда уравнение *IS*: $Y = 300 – 40r$.

Б. Составляем уравнение *LM*.

$M^D = M^D_{SP} + M^D_{OP}$. Так как $M^D_{OP} = 0{,}8Y$ и $M^D_{SP} = 120 – 40r$, то $M^D = 0{,}8Y + (120 – 40r)$.

Условие равновесия на рынке денег: $M^S = M^D$.

$320 = 0{,}8Y + (120 – 40r)$.Уравнение *LM:* $Y = 250 + 50r$.

В. Решаем систему уравнений:$Y = 300 – 40r$, $Y = 250 + 50r$.При решении системы уравнений находим равновесный национальный доход ($Y^* = 278$ ден. ед.) и равновесную процентную ставку ($r^* = 0{,}56$ %).

Отсюда $M^D_{OP} = 0{,}8 \cdot 278 = 222{,}4$ ден. ед. (или 69,5 % от денежной массы страны), $M^D_{SP} = 120 – 40 \cdot 0{,}56 = 97{,}6$ ден. ед. (или 30,5 % от денежной массы страны).

7. С использованием модели *IS-LM*представьте последствия наступления следующих событий:

а) снижение предельной склонности к сбережению;

б) при каждой ставке процента объем инвестиций увеличивается;

в) скорость обращения денег снижается;

г) предложение денег увеличивается;

д) спрос на деньги как средство накопления снижается;

е) подоходный налог увеличивается;

ж) экспорт страны увеличивается.

Решение. Последствия наступления представленных событий отражены ниже.

Событие	На состоянии какого рынка отразится	График какой функции и как изменится	Что произойдет на графике модели *IS-LM*	Направление изменения *Y*	Направление изменения *r*
а	благ	$C\uparrow$	*IS* вверх-вправо	↑	↑
б	благ	$I\uparrow$	*IS*вверх-вправо	↑	↑
в	денег	$M^S\downarrow$	*LM* вверх-влево	↓	↑
г	денег	$M^S\uparrow$	*LM* вниз-вправо	↑	↓
д	денег	$M^D_{SP}\downarrow$	*LM* вниз-вправо	↑	↓
е	благ	$C\downarrow$	*IS*вниз-влево	↓	↓
ж	благ	$Xn\uparrow$	*IS*вверх-вправо	↑	↑

Тема 3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

Налоги

1. В таблице приведены данные о размере налогооблагаемого дохода и уровне предельных ставок налога. На основании имеющихся данных заполните таблицу. Сопоставьте динамику предельных и средних ставок налога. Сделайте выводы о характере данного налога (прогрессивный, пропорциональный, регрессивный).

Доход, млнден.ед.	Налог, млнден.ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
12,5	2,50		-
22,5	4,95		24,5
32,5			26,0
42,5			28,5
52,5			32,0
62,5			36,0

2. Рассчитайте средние и предельные налоговые ставки по данным таблицы и укажите, является ли налог прогрессивным, регрессивным или пропорциональным.

Y	*T*	*ATR*	*MTR*
1 000	0		
2200	220		
4800	576		
6400	896		

3. Имеются следующие данные о размере налогооблагаемой базы и общей суммы уплачиваемого налога.

Размер налогооблагаемой базы, млн ден. ед.	10	30	50	80
Общая сумма налога, млн ден. ед.	1.2	4.5	8.8	20

Чему равна средняя ставка налога для 10, 30, 50 и 80млнден. ед.? Чему равна предельная ставка налога при изменении налогооблагаемой базы от 10 до 30, от 30 до 50, от 50 до 80 млн ден. ед.? Определите тип системы налогообложения.

4. Приведенная ниже таблица представляет данные о гипотетической налоговой системе.

Скорректированный совокупный доход, руб.	Вычеты из дохода и освобождение от уплаты налога, руб.	Налогооблагаемый доход, руб.	Личный подоходный налог, руб.
5000	5000		0
10000	9000		150
20000	12000		1200
50000	20000		4500
100000	30000		14500
500000	100000		97000

Просчитайте предельные и средние ставки налогов для каждого значения налогооблагаемого дохода в таблице. Определите, налоговая система является прогрессивной, пропорциональной или регрессивной?

5. Рассчитайте величину добавленной стоимости, налога на добавленную стоимость (НДС) и цену продукции с учётом НДС, если ставка налога 18 %.

Наименование производственной стадии	Покупатель продукции на каждой производственной стадии	Цена продукции, ден. ед.
1. Добыча боксита	Глиноземный завод	50
2.Производство глинозема	Алюминиевый завод	80
3. Выплавка алюминия	Металлургический завод	110
4. Металлопрокат	Потребитель	255

Государственный бюджет

6. ВВП в условиях полной занятости составляет 30 млрд долл. Фактический объем ВВП = 26 млрд долл. Сумма налогов составляет 10 % от величины ВВП. Государственные расходы на товары и услуги равны 1,8 млрд долл., государственные трансферты – 0,1 млрд долл., выплаты по государственному долгу – 0,2 млрд долл. Определите сальдо государственного бюджета в условиях неполной и полной занятости.

7. ВВП в условиях полной занятости составляет 50 млрд долл. Фактический объем ВВП равен 44 млрд долл. Налоговые поступления в госбюджет составляют 30 % от величины ВВП. Государственные расходы на закупку товаров и услуг равны 9,2 млрд долл., государственные трансферты – 2 млрд долл. Определите сальдо государственного бюджета в условиях неполной и полной занятости.

8. В таблице приведены данные об уровне цен и государственном бюджете. Основываясь на этой информации, заполните таблицу полностью.

Год	Уровень цен, дол.ед.	Налоги, ден. ед.	Гос. расходы, ден. ед.	Сальдо госбюджета, ден. ед.	Номинальный гос. долг, ден. ед.	Реальный гос. долг, ден. ед.
1	1,00	100	120			
2	1,11	110	140			
3	1,20	120	130			
4	1,30	130	135			
5	1,52	140	145			

Бюджетно-налоговая политика

10. Предположим, что стимулирующая бюджетно-налоговая политика, в рамках которой государственные расходы увеличиваются на 20 млн руб., приводит в краткосрочном периоде к росту национального дохода на 80 млн руб. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

11. Модель экономики страны А характеризуется следующими исходными данными: $C = 100 + 0{,}7Y$, гдеC – плановые потребительские расходы,Y – располагаемый доход;$G = 200$, G – государственные расходы; $I= 100$, I – валовые инвестиции. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

12. Предположим, что равновесный объем ВВП равен 2000 ден. ед., $MPC = 0{,}5$. Правительство решает увеличить государственные закупки на 200 ден. ед., но при этом не менять уровень равновесного ВВП. Как этого добиться?

13. Пусть $MPC = 0{,}5$. Определите, чему равен мультипликатор государственных расходов и налоговый мультипликатор. Почему налоговый мультипликатор меньше мультипликатора государственных расходов?

14. Функция потребления имеет вид $C = 100 + 0{,}8Y$. Государственные расходы выросли на 2. Чему равно изменение равновесного уровня национального дохода?

15. Функция потребления имеет вид:$C= 100 + 0{,}8Y$. Налоги сократились на 2. Чему равно изменение равновесного уровня дохода?

16. Модель экономики страны А характеризуется следующими исходными данными:

C – плановые потребительские расходы, $C = 200 + 0{,}8Y$;

Y – национальный доход, $Y = GIP – T$;

G– государственные расходы, $G= 300$;

I – частные плановые инвестиции, $I = 200$.

А. Постройте кривую плановых потребительских расходов для экономики страны А.

Б. Постройте кривую совокупных расходов для экономики страны А.

В. Рассчитайте и покажите на рисунке равновесный объем ВВП для закрытой модели экономики.

Г. Определите величину мультипликатора государственных расходов.

Д. Определите величину налогового мультипликатора.

Е. Определите новый равновесный объем ВВП, если государственные расходы возросли до 600 ден. ед., а все прочие показатели развития экономики страны А остались без изменения.

Ж. Определите новый равновесный объем ВВП, если инвестиции возросли до 500 ден. ед., а все прочие совокупные расходы в экономике страны А остались без изменения.

З. Определите новый равновесный объем ВВП, если налоги выросли до 600 ден. ед., а все прочие показатели остались без изменения.

И. Определите новый равновесный объем ВВП, если одновременно произошло увеличение налогов до 600 ден. ед. и государственных расходов до 600 ден. ед., а все прочие показатели остались без изменения.

Примеры решения типовых задач

1. В таблице приведены условные данные о размере налогооблагаемого дохода и уровне предельных ставок налога. На основании имеющихся данных заполните таблицу. Сопоставьте динамику предельных и средних ставок налога. Сделайте выводы о характере данного налога.

Доход, ден. ед.	Налог, ден. ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
125	25	20	–
225	50	22,2	25,0
325			26,0
425			28,5
525			32,0

Решение. Предельная налоговая ставка – ставка обложения налогом дополнительной единицы дохода или стоимости имущества– определяется как отношение прироста выплачиваемых налогов (ΔT), поделенного на прирост дохода (ΔY): $MTR = (\Delta T / \Delta Y) \cdot 100$ %.

Используя формулу предельной налоговой ставки, определяем прирост выплачиваемых налогов: $\Delta T = MTR \cdot \Delta Y / 100$ %. Учитывая то, что $\Delta Y = 100$ ден. ед., получаем $\Delta T = MTR$ (ден. ед.). Находим величину выплачиваемых налогов по формуле: $T_{t+1} = T_t + MTR_{t+1}$.

Средняя налоговая ставка – ставка обложения всей суммы налогооблагаемого дохода или стоимости имущества– определяется как отношение величины выплачиваемых налогов (T), поделенной на величину дохода (Y): $ATR = (T / Y) \cdot 100$ %.

Результаты расчётов приведены в таблице. Так как наблюдается рост налоговой ставки по мере возрастания величины объекта налогообложения, налог является прогрессивным.

Доход, ден. ед.	Налог, ден. ед.	Средняя налоговая ставка, %	Предельная налоговая ставка, %
125	25,0	20,0	–
225	50,0	22,2	25,0
325	76,0	23,4	26,0
425	104,5	24,6	28,5
525	136,5	26,0	32,0

2. ВВП в условиях полной занятости равен 20 млрд долл. Фактический объем ВВП составляет 16 млрд долл. Сумма налогов составляет 10 % от величины ВВП. Государственные расходы на товары и услуги равны 1,8 млрд долл., государственные

трансферты – 0,1 млрд долл.Определите фактическое, структурное и циклическое сальдо государственного бюджета.

Решение. Фактическое сальдо государственного бюджета – разница между фактическими доходами и расходами государственного бюджета (в условиях неполной занятости):

$$С_ф = T_ф – (G + TR),$$

где $T_ф$ – сумма налогов в условиях неполной занятости, ден. ед.; $T_ф = 0{,}1Y$; итак, $T_ф = 0{,}1 \cdot 16 = 1{,}6$ млрд долл.

$С_ф = 1{,}6 – (1{,}8 + 0{,}1) = – 0{,}3$ млрд долл. Наблюдается фактический бюджетный дефицит.

Структурное сальдо государственного бюджета – разница между доходами и расходами государственного бюджета, рассчитанная для уровня национального дохода, соответствующего полной занятости, т. е. потенциального ВВП:

$$С_с = T_с – (G + TR),$$

где $T_с$ – сумма налогов в условиях неполной занятости, ден. ед.; $T_с = 0{,}1Y$; итак, $T_с = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ млрд долл.

$С_с = 2 – (1{,}8 + 0{,}1) = 0{,}1$ млрд долл.Наблюдается структурный бюджетный профицит.

Циклическое сальдо государственного бюджета – разница между фактическим и структурным сальдо государственного бюджета:

$$С_ц = С_ф – С_с.$$

$С_ц = – 0{,}3 – 0{,}1 = – 0{,}4$ млрд долл. Наблюдается циклический бюджетный дефицит.

3. Предположим, что фактический ВВП равен 2000 ден. ед., равновесный ВВП составляет 2600 ден. ед., $MPC = 0{,}75$. Какие изменения в бюджетно-налоговой политике должны произойти, чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия?

*Решение.*Для того чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия путём прироста ВВП на 600 ден. ед.,необходимо осуществить стимулирующую бюджетно-налоговую политику, предполагающую рост государственных расходов или снижение налогов.

Если государственные расходы увеличиваются на ΔG, то ВВП возрастает на величину $\Delta Y = \Delta G \cdot m_g$, где m_g – мультипликатор государственных расходов. Отсюда $\Delta G = \Delta Y / m_g$.

Для определения мультипликатора государственных расходов может быть использована следующая формула:

$$m_g = 1 / (1 – b),$$

где $b = MPC$ – предельная склонность к потреблению, дол.ед.

Таким образом, $m_g = 1 / (1 – 0{,}75) = 4$.

$\Delta G = 600 / 4 = 150$ ден. ед.

Если налоговые отчисления снижаются на ΔT, то ВВП возрастает на величину $\Delta Y = \Delta T \cdot m_t$, где$m_t$ – налоговый мультипликатор. Отсюда $\Delta T = = \Delta Y / m_t$.

Для определения налогового мультипликатора может быть использована следующая формула:

$$m_t = – b / (1 – b).$$

Таким образом, $m_t = – 0{,}75 / (1 – 0{,}75) = – 3$.

$\Delta T = 600 / (– 3) = – 200$ ден. ед.

Для того чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия, необходимо или увеличить государственные расходы на 150 ден. ед., или снизить налоги на 200 ден. ед.

Тема 3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

Теории международной торговли

1. Допустим, что Россия производит 360 электровозов и 2400 вагонов, а Украина – 160 электровозов и 800 вагонов. Если бы Россия производила только электровозы, то их ежегодный выпуск составил бы 600 шт., а если бы только вагоны, то выпустила бы их 6000 шт. Соответственно, Украина могла бы производить либо 200 электровозов, либо 4000 вагонов.

Определите, какая страна обладает абсолютным и сравнительным преимуществом в производстве этих видов продукции; к каким выгодам приводят специализация и внешняя торговля?

2. В Казахстане один работник производит 1 т мяса или 20 ц пшеницы в год, а в Кыргызстане – 2 т мяса или 10 ц пшеницы. Всего в Казахстане на производстве мяса и пшеницы специализируются 400 тыс. человек, а в Кыргызстане – 100 тыс. человек. Президенты Казахстана и Кыргызстана подписывают соглашение об экономическом сотрудничестве, включая эффективное разделение труда в производстве пшеницы и мяса. Как будут выглядеть кривые производственных возможностей двух государств по производству мяса и пшеницы?

3. Россия и Германия производят два вида товара: каждая – велосипеды и очки. В России общее количество труда, расходуемое на их производство, составляет 1000 час, а в Германии – 1200 час. В России необходимо затратить 5 час на производство каждого велосипеда и 2 час – на каждые очки. В Германии и на велосипед, и на очки требуется по 3 час.

А. Покажите графически границу производственных возможностей при одновременном производстве двух товаров отдельно для России и Германии.

Б. Подсчитайте относительную цену велосипедов, выраженную через цену очков, в России и Германии.

В. Изобразите графически расширение возможностей потребления и велосипедов, и очков в России и Германии в результате торговли.

4. Предположим, что страны*A* и *B* производят только два товара – велосипеды и очки. Уровень затрат труда на их производство характеризуется данными таблицы, а предельные издержки замещения остаются неизменными при любых объемах производства.

Страна	Затраты на выпуск 1 велосипеда, час	Затраты на выпуск 1 очков, час
A	100	20
B	160	40

А. Какая из стран имеет абсолютное преимущество в производстве велосипедов (очков)?

Б. Какая из стран имеет сравнительное преимущество в производстве велосипедов (очков)?

В. Какие товары будут экспортировать и импортировать страны *A* и *B*в условиях свободной торговли?

Г. В каких пределах должна установиться соотношение мировых цен на велосипед и очки в условиях свободной торговли между странами *A* и *B*?

5. Ознакомьтесь с характеристиками производственных возможностей стран *X* и *Y*. Предположим, что структура спроса такова, что при отсутствии внешней торговли в стране *X* производится и потребляется 8 тыс. автомобилей и 3 тыс. т риса, а в стране *Y*– 8 тыс. автомобилей и 9 тыс. т риса.

Продукт	Производственные возможности страны *X*					
Автомобиль, тыс.шт.	10	8	6	4	2	0
Рис, тыс. т	0	3	6	9	12	15
	Производственные возможности страны *Y*					
Автомобиль, тыс.шт.	20	16	12	8	4	0
Рис, тыс. т	0	3	6	9	12	15

А. Изобразите графики производственных возможностей стран *X* и *Y* при учете того, что издержки замещения постоянны.

Б. На производстве каких товаров выгодно специализироваться странам *X* и *Y*? Почему?

В. Каков будет прирост мирового производства автомобилей и риса, полученный в результате такой специализации?

Г. В каких пределах может установиться мировая цена одного автомобиля?

Д. Предположим, что мировая цена устанавливается на уровне «1 автомобиль за 1 т риса» и что объемы внешней торговли составляют 10 тыс. автомобилей и 10 тыс. т риса. Каким будет выигрыш от специализации и торговли для каждой страны?

6. Ознакомьтесь с характеристиками производственных возможностей стран *X* и *Y*. Предположим, что структура спроса такова, что при отсутствии внешней торговли в стране *X* производится и потребляется 6 тыс. т пшеницы и 9 тыс. т кукурузы, а в стране *Y*– 16 тыс. пшеницы и 6 тыс. т кукурузы.

Продукт, тыс. т	Производственные возможности страны *X*						
Пшеница	12	10	8	6	4	2	0
Кукуруза	0	3	6	9	12	15	18
	Производственные возможности страны *Y*						
Пшеница	24	20	16	12	8	4	0
Кукуруза	0	3	6	9	12	15	18

А. Изобразите графики производственных возможностей стран *X* и *Y* при учете того, что издержки замещения постоянны.

Б. На производстве каких товаров выгодно специализироваться странам *X* и *Y*? Почему?

В. Каков будет прирост мирового производства пшеницы и кукурузы, полученный в результате такой специализации?

Г. В каких пределах может установиться мировая цена 1 т пшеницы и 1 т кукурузы?

Тарифные и нетарифные ограничения

7. Россия производит и потребляет постоянные магниты. Их внутреннее предложение:Q^S=50+5P, а спрос:Q^D =400 – 10P. Мировая цена на магниты составляет 10 долл. Правительство вводит квоту, ограничивающую импорт магнитов в размере 50 шт.

А. Сколько магнитов и по какой цене Россия будет производить в условиях свободы торговли?

Б.Каков будет объем их импорта при мировой цене на магниты 10 долл.?

В. Как импортная квота повлияет на внутренние цены магнитов?

Г. Насколько увеличатся доходы импортеров, получивших право на импорт в рамках квоты, от ее введения?

Д. Каковы будут потери потребителей?

8. Россия производит 70, потребляет 20 и экспортирует 50 легких спортивных самолетов в год по цене 6000 долл. за самолет. Правительство, считая самолетостроение перспективной отраслью, предоставляет производителям субсидию в размере 15% от стоимости самолета, в результате чего внутренняя цена самолета увеличивается до 6450 долл., а его цена на внешнем рынке сокращается до 5550 долл.

А. Почему внутренняя цена на самолет увеличилась меньше, чем размер субсидии?

Б. Как введение субсидии отразилось на объемах внутреннего производства и экспорта самолетов?

В. Как повлияло введение субсидии на потребителей и доходы бюджета?

Г. Какое воздействие оказало введение субсидии на условия торговли России?

9. Говядина стоит 5,4 долл. за 1 кг. По этой цене российские фермеры производят 20 тыс. т, тогда как спрос на российском рынке достигает 60 тыс. т. В странах ближнего зарубежья, являющихся экспортерами говядины в Россию, ее цена составляет 3,6 долл. за 1 кг. По такой цене российские фермеры смогут произвести только 5 тыс. т при спросе, увеличивающемся до 65 тыс. т. Для защиты внутреннего рынка Россия вводит импортную

квоту, лицензия на получение которой стоит как раз столько, сколько составляет разница между внутренней ценой говядины и ее ценой в странах ближнего зарубежья, то есть 1,8 долл. за 1 кг.

А. Каков объем импорта говядины при свободе торговли и при защите внутреннего рынка импортной квотой?

Б. Как скажется введение квоты на потребителях и на производителях?

В. Каков доход импортеров, получивших разрешение на импорт в рамках квоты, от ее введения?

Платежный баланс

10. К какому счету – счету текущих операций или счету движения капиталов – Выотнесли бы: а) покупку японцами гостиницы в США; б) покупку американцами японских установок для опреснения морской воды? Учитывая, что и гостиница, и опреснительная установка с точки зрения экономической теории являются товарами, установите, в чем состоит их различие?

11. Классифицируйте каждую из названных операций (отток или приток капитала) с точки зрения российской экономики: а) «новый русский» приобретает виллу в Испании; б) крупный московский банк предоставляет правительству Казахстана ссуду в 100 тыс. долл.; в) российский импортер вина берет краткосрочный займ в одном из итальянских банков для оплаты приобретаемой им партии итальянского ликера; г) кондитерская фабрика в Самаре приобретает акции американской корпорации по производству шоколадных конфет.

12. На основании приведенных статей составьте платежный баланс страны «Дельта», классифицируя каждую из операций как кредит или дебет, выделяя основные его разделы – текущий баланс и баланс движения капиталов, определяя сальдо по итогам каждого счета и итоговое сальдо. Экспорт нефти 6 млн долл. Импорт зерна 5 млн долл. Экспорт оружия 2 млн долл. Доходы от туризма иностранцев в «Дельте» 6 млн долл. Денежные переводы иностранцам из «Дельты» 2 млн долл. Покупка акций частных корпораций страны «Альфа» 6 млн долл. Покупка золота у иностранных граждан 1 млн долл.

13. На основании приведенных статей составьте платежный баланс страны «Альфа», классифицируя каждую из операций как кредит или дебет.

Операция	Сумма, млрд руб.
Экспорт нефти	90
Импорт зерна	60
Экспорт оружия	30
Доходы от туризма иностранцев в «Альфе»	70
Денежные переводы иностранцам из «Альфы»	35
Покупка акций частных корпораций страны «Дельта»	70
Покупка золота у иностранных граждан	15

14. Европейская компания закупает автомобили в США по цене 12000 долл. Валютный курс составляет: 1 евро = 1,2 долл. Какими будут последствия повышения курса евро по отношению к доллару США на 10 % для импортера?

15. Допустим, курс доллара к евро составляет 1:3, следовательно, один и тот же товар стоитв США, например, 400 долл., а в Европе 1200 евро. Какой экспортер получит дополнительный доход (США или европейская страна), если курс доллара искусственно понизится до 1:2? Определите величину дополнительного дохода.

16. Допустим, корзина американского потребителя стоит 200 долл., а российского – 7500 руб. Номинальный валютный курс американского доллара составляет: 1 долл. = 30 руб. Чему равен реальный валютный курс?

17. Два одинаковых по своим качествам автомобиля – российский и американский – стоят соответственно 210 тыс. руб. и 10 тыс. долл. Номинальный обменный курс американского доллара составляет 30 руб.

А. Чему равен реальный обменный курс доллара?

Б. Как должен измениться номинальный обменный курс американской валюты, чтобы реальный обменный курс составил 1?

В. Из-за высокой инфляции российский автомобиль стал стоить 270 тыс. руб. Как при этом изменился реальный обменный курс, если номинальный курс остался прежним? Как должен измениться номинальный обменный курс, чтобы реальный обменный курс остался неизменным?

18. Спрос домашних хозяйств на отечественные блага выражается формулой: $C = 1000 + 0{,}6Y$, а на импортные: $Z = 0{,}2Y$. Объем инвестиций представлен функцией: $I = 5000 - 1250r + 0{,}1Y$. Государственные расходы в точности равны сумме подоходного налога, ставка которого составляет 25 %. Экспорт страны равен 10000 ден. ед. В обращении находится 20000 ден. ед., а операционный и спекулятивный спрос на деньги соответственно представлен формулами: $M^D_{OP} = 0{,}5Y$; $M^D_{SP} = 20625(r - 1{,}5) - 2000$. Определить состояние торгового баланса страны при достижении совместного равновесия на рынках благ и денег.

Примеры решения типовых задач

1. Предположим, что страны *A* и *B* производят только два товара – сахар и сталь. Уровень затрат труда на их производство характеризуется данными таблицы, а предельные издержки замещения остаются неизменными при любых объемах производства.

Страна	Затраты на выпуск 1 т стали, час	Затраты на выпуск 1 т сахара, час
A	150	100
B	120	120

А. Какая из стран имеет абсолютное преимущество в производстве стали (сахара)?

Б. Какая из стран имеет сравнительное преимущество в производстве стали (сахара)?

В. Какие товары будут экспортировать и импортировать страны *A* и *B* в условиях свободной торговли?

Г. В каких пределах должно установиться соотношение мировых цен на сталь и сахар в условиях свободной торговли между странами *A* и *B*?

Решение.

А. Абсолютное преимущество – возможность страны производить благодаря ее естественным и приобретенным преимуществам какой-либо товар с меньшими издержками труда на единицу продукции по сравнению с другими странами, производящими этот же товар. Абсолютным преимуществом в производстве стали обладает страна *B* (120 т/час < 150 т/час), в производстве сахара – страна *A* (100 т/час < 120 т/час).

Б. Сравнительное преимущество – способность страны производить товар или услугу с относительно меньшими издержками замещения по сравнению с другими странами. Издержки замещения представляет собой соотношение абсолютных удельных затрат труда по двум видам товаров в одной стране.

Издержки замещения стали определяются по формуле

$$Za = a/b,$$

Где *a* – удельные затраты труда на производство стали, час./т стали;

b – удельные затраты труда на производство сахара, час./т сахара.

Страна *B* имеет сравнительное преимущество в производстве стали, так как издержки замещения у неё минимальны:

Za (страна *A*) = 150 час/т стали : 100 час/т сахара = 1,5 т сахара /т стали;

Za (страна *B*) = 120 час/т стали : 120 час/т сахара = 1 т сахара /т стали → min.

Издержки замещения сахара определяются по формуле

$$Zb = b/a.$$

Страна *A* имеет сравнительное преимущество в производстве сахара, так как издержки замещения у неё минимальны:

Zb(страна *A*) = 100 час/т сахара: 150 час/т стали = 0,67 т стали/т сахара → min;

Zb(страна *B*) = 120 час/т сахара : 120 час/т стали = 1 т стали/т сахара.

В.Международная торговля является выгодной в том случае, если две страны торгуют товарами, которые каждая из стран производит с меньшими издержками, чем страна-партнер. Страны должны экспортировать те товары, которые они производят с меньшими издержками, и импортировать те товары, которые производятся другими странами с меньшими издержками.

В условиях свободной торговли страна *A* будет экспортировать сахар и импортировать сталь, страна *B* будет экспортировать сталь и импортировать сахар.

Г.В условиях свободной торговли мировая цена стали установится в следующих пределах: 1 т сахара < 1 т стали < 1,5 т сахара; мировая цена сахара: 0,67 т стали < 1 т сахара < 1 т стали.

2. В стране внутренний спрос на товарQ^D = 50 –P и внутреннее предложение Q^S = – 10 + P, а мировая цена на товар составляет 20 долл. Какова будет цена товара на внутреннем рынке при импортной квоте, равной 10 ед. товара?

Решение. В условиях закрытой экономики равновесный объем товара будет равен 20 ед. при равновесной цене 30 долл.:

$Q^D = Q^S$; 50–P= – 10 + P, P= 30, Q = 20.

В условиях открытой экономики внутренняя цена товара установится на уровне мировой цены 20 долл. Отсюда: внутренний спрос Q^D = 50 – – 20 = 30 ед.больше предложения товара отечественных производителей Q^S = – 10 + 20 = 10 ед. на величину импорта в размере 20 ед.

Политика импортного квотирования приводит к увеличению цены товара на внутреннем рынке до 25 долл.: Q^D = 50 –25 = 25 ед., Q^S = – 10 + +25 = 15 ед.; Q^D–Q^S = 25 – 15 = 10 ед.

3. Платежный баланс условной страны Скорпио за год представлен в таблице (млрд долл.).

- Каково сальдо торгового баланса?
- Каково сальдо баланса текущих операций?
- Каково сальдо баланса движения капиталов?
- Каково сальдо баланса официальных расчетов страны?
- Каково изменение официальных резервов страны?

Экспорт товаров	+ 40
Импорт товаров	– 30
Экспорт услуг	+ 15
Импорт услуг	– 10
Доходы от зарубежных инвестиций	+ 20
Доходы на зарубежные инвестиции	– 10
Трансферты из-за границы	+ 1
Трансферты за границу	– 6
Приток капитала	+ 10
Отток капитала	– 40

Решение. Представим платежный баланс условной страны Скорпио за год в следующем виде (млрд долл.):

Платежный баланс условной страны Скорпио за год выглядит следующим образом (млрд долл.):

КРЕДИТ (+)	ДЕБЕТ (–)
I. Счет текущих операций	
1. Экспорт товаров + 40	2. Импорт товаров – 30

Сальдо торгового баланса + 10	
3. Экспорт услуг + 15	4. Импорт услуг – 10
5. Доходы от зарубежных инвестиций +20	6. Доходы на зарубежные инвестиции -10
7. Трансферты из-за границы – 6	8. Трансферты заграницу + 1
Сальдо баланса текущих операций + 20	
II. Счет движения капитала	
9. Приток капитала + 10	10. Отток капитала – 40
Сальдо баланса движения капитала – 30	
Сальдо баланса текущих операций и движения капитала (сальдо баланса официальных расчетов)– 10	
11. Изменение официальных валютных резервов + 10	

Таким образом, платежный баланс условной страны Скорпио, имея отрицательное итоговое сальдо, является пассивным.

4. Два одинаковых по своим качествам автомобиля – российский и американский – стоят соответственно 210 тыс. руб. и 10 тыс. долл. Номинальный обменный курс американского доллара составляет:1 долл. = 30 руб. Чему равен реальный обменный курс доллара?

Решение. Реальный обменный курс определяем по формуле

$$\varepsilon = P / (e \cdot P^*),$$

где ε – реальный обменный курс;

P–цена отечественного товара, руб.;

P^* – цена товара за рубежом, долл.;

e– номинальный обменный курс, руб./долл.

Реальный обменный курс составит: 210 тыс. руб. / (30 руб./долл. х х 10 тыс. долл.) = 0,7. Значит, за 1 российский автомобиль можно приобрести 0,7 американского.0,7> 1 → отечественный товара является более конкурентоспособным.

5. Ниже приведена карта спроса и предложения на рынке фунтов стерлингов (£):

Цена £, $	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
Объем предложения £, млн	160	170	180	190	200	220
Объем спроса на £,млн	200	190	180	170	160	150

А. Федеральная резервная система США устанавливает валютный курс на уровне: 1 £ = 2,1 $. Должна ли ФРС в этой ситуации покупать или продавать фунты стерлингов? Если да, то какое количество?

Б. Что произойдет в этом случае с официальными валютными резервами США?

Решение.

А. В соответствии с имеющимися данными при валютном курсе 1£ = 2,1$ существует дефицит фунтов стерлингов в размере 20 млн(170 – 190). Таким образом, для поддержания фиксированного валютного курса Федеральная резервная система США должна продавать 20 млн фунтов стерлингов.

Б. Официальные валютные резервы уменьшатся на 20 млн фунтов стерлингов.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ

Тема 1.2. Сущность и типы экономических систем. Отношения собственности

1. Правильная последовательность фаз (стадий) общественного производства такова:

а) производство, распределение, обмен, потребление;
б) производство, обмен, распределение, потребление;
в) распределение, производство, обмен, потребление;
г) распределение, потребление, производство, обмен.

2. Воспроизводство, которое связано с привлечением дополнительных экономических ресурсов, называется:

а) простым;
б) сокращающимся;
в) интенсивным;
г) экстенсивным.

3. Непрерывное возобновление процесса создания благ и услуг в увеличивающихся размерах называется:

а) расширенным воспроизводством;
б) воспроизводством;
в) производством;
г) простым воспроизводством.

4. Из приведенных ниже комбинаций включает различные факторы производства только следующая:

а) нефть, нефтяник, владелец нефтяной компании, газ;
б) работник конвейера, конвейер, автомобиль;
в) поле, трактор, фермер-предприниматель, доярка;
г) банкир, компьютер, деньги.

5. Капитал как фактор производства – это:

а) оборудование, орудия труда, машины, сырье, с помощью которых производятся товары;
б) накопления и сбережения физических и юридических лиц;
в) деньги и ценные бумаги;
г) денежные средства, используемые в расчетах между покупателем и продавцом.

6. Что вы понимаете под экономической категорией «собственность»:

а) обладание материальными или духовными благами;
б) юридически закрепленное право владеть, распоряжаться, использовать принадлежащие людям материальные или духовные блага;
в) отношения между людьми по поводу присвоения материальных и духовных благ;
г) комплекс прав владельца блага.

7. «Пучок прав собственности» предполагает:

а) право на исключение из доступа к ресурсам других агентов;
б) право на получение ресурса;
в) право на получение дохода от ресурса;

г) право на передачу всех предыдущих полномочий.

8. Владение – это:
а) право производительно или лично потреблять вещь;
б) право физического обладания вещью;
в) право определения способа использования вещи.

9. Общественная собственность НЕ может выступать в форме:
а) акционерной;
б) коллективной;
в) государственной;
г) общенародной.

10. В какой из вариантов включены основные вопросы, решаемые любой экономической системой:
а) что производится, как производится, для кого производится;
б) что потребляется, как производится, кто производит;
в) что потребляется, как потребляется, кем потребляется;
г) что производится, как потребляется, кем производится?

11. Главным критерием дифференциации экономических систем является:
а) характер распределяемых доходов;
б) основная форма собственности;
в) предпосылки для экономического роста;
г) состояние рыночного обмена.

12. Стихийный способ координации деятельности экономических агентов характерен:
а) для рыночной экономики;
б) плановой экономики;
в) традиционной экономики;
г) любой экономической системы.

13. Одно из преимуществ административно-командной экономики состоит в следующем:
а) возможности быстрой концентрации ресурсов в государственном секторе;
б) свободном выборе хозяйствующими субъектами видов деятельности;
в) возможности полного удовлетворения потребностей общества;
г) формировании цен на основе взаимодействия спроса и предложения.

14. Когда экономические проблемы решаются частично рынком, частично государством, то экономика:
а) административно-командная;
б) рыночная;
в) натуральная;
г) смешанная.

15. К трансакционным издержкам НЕ относятся:
а) издержки, связанные с поиском информации;
б) издержки, связанные с оплатой сырья и материалов;
в) издержки оппортунистического поведения;
г) издержки, связанные со спецификацией и защитой прав собственности.

Тема 1.3. Общая характеристика рыночной системы хозяйствования

1. Какой из ниже перечисленных элементов является наиболее важным для рыночной экономики:

а) эффективные профсоюзы;

б) продуманное государственное регулирование;

в) ответственные действия предпринимателей;

г) активная конкуренция на рынке.

2. К характеристике рыночной экономики НЕ относится:

а) централизованное планирование;

б) предпринимательская деятельность;

в) частная собственность;

г) конкуренция.

3. Проблема «как производить» в рыночной экономике решается:

а) через стремление производителей к получению прибыли и, следовательно, к минимизации издержек производства;

б) на основе широкого использования в экономике средств производства;

в) на основе динамики и объема потребительского спроса, которые определяются через цены на конечные продукты;

г) на основе специализации, которая используется при применении разных технологических способов производства;

д) нет верного ответа.

4. Фиаско рынка проявляется в …

а) отсутствии стимулов к производству товаров и услуг коллективного пользования;

б) неспособности уравновешивать экономические интересы продавцов и покупателей;

в) отсутствии механизмов «вымывания» неконкурентоспособных предприятий;

г) неспособности информировать фирмы об объемах и структуре производства.

5. К функциям рынка не относится …

а) социальная;

б) ценообразующая;

в) стимулирующая;

г) посредническая.

6. Рынок не обеспечивает:

а) удовлетворения потребностей всех членов общества;

б) экономического стимулирования эффективности производства;

в) установления ценностных эквивалентов для обмена;

г) согласования производства и потребления по структуре.

7. Роль государства в экономике в период развития капитализма свободной конкуренции определялась взглядами …

а) классической политэкономии;

б) монетаризма;

в) институционализма;

г) кейнсианства.

8. Натуральной форме общественного хозяйства НЕ присущи отношения:

а) обмена;
б) распределения;
в) потребления;
г) производства.

9. Товарное производство непременно предполагает:
а) обособленность товаропроизводителей;
б) господство государственной собственности;
в) преобладание ручного труда;
г) непосредственную связь производства и потребления.

10. Главным критерием при разделении рынка на легальный и нелегальный является:
а) степень конкурентности рынков;
б) экономическое назначение объектов рыночных отношений;
в) уровень насыщенности рынков;
г) степень соответствия законодательству;
д) территориальный (географический) признак.

11. Рыночная инфраструктура НЕ включает:
а) товарные биржи;
б) фондовые биржи;
в) бюджет государства;
г) банки и кредитные организации;
д) биржи труда.

12. Классический рынок характеризуется…
а) неограниченным числом участников и свободной конкуренцией между ними;
б) отсутствием самостоятельности в коммерческой деятельности;
в) монополизмом производителя;
г) государственным регулированием.

13. Решение проблемы внешних эффектов, предложенное Р. Коузом, предполагает, кроме всего прочего, что величина _____ издержек незначительна, или они отсутствуют.
а) трансакционных;
б) социальных;
в) внешних;
г) предельных.

14. Международный пример решения проблемы загрязнения окружающей среды как проблемы внешних эффектов под названием «Киотский протокол» предусматривает…
а) создание рынка прав на загрязнение;
б) введение платы за выбросы;
в) введение корректирующих налогов;
г) запрет на применение отходных технологий.

15. Общественные блага характеризуются _____ в потреблении.
а) неисключаемостью и неконкурентностью;
б) неисключаемостью и конкурентностью;
в) неконкурентностью и исключаемостью;
г) исключаемостью и конкурентностью.

Раздел 2. ОСНОВЫ МИКРОЭКОНОМИКИ

Тема 2.2. Теория потребительского выбора

1. Условная единица полезности, введенная сторонниками количественного подхода для измерения удовлетворения от потребления блага, называется:

а) ютиль;

б) экю;

в) тратта;

г) сеньораж.

2. Под предельной полезностью понимается:

а) способность товаров и услуг удовлетворять человеческие потребности;

б) субъективная оценка благ людьми;

в) добавочная полезность или удовлетворение, извлекаемое потребителем из одной дополнительной единицы конкретного продукта;

г) объективное свойство экономических благ;

д) нижний предел цены.

3. Закон уменьшающейся предельной полезности констатирует, что:

а) предельная полезность товара *X* падает по мере приобретения дополнительных единиц других товаров;

б) общая полезность товара *X* повышается при потреблении последующих единиц этого товара;

в) общая полезность максимизируется, когда выполняется условие *MUx/Px = MUy/Py*;

г) приобретение каждой дополнительной единицы товара *X* приносит все меньше удовлетворения покупателю.

4. Теория потребительского поведения предполагает, что потребитель стремится максимизировать:

а) разницу между общей и предельной полезностью;

б) общую полезность;

в) предельную полезность;

г) каждую из перечисленных величин.

5. Общая полезность блага максимальна, если предельная полезность его дополнительной единицы:

а) увеличивается;

б) уменьшается;

в) является величиной положительной;

г) является величиной отрицательной;

д) равна 0.

6. Чтобы максимизировать полезность, потребитель должен так распределить доход, чтобы:

а) предельная полезность каждого потребленного товара была одинаковой;

б) общая полезность каждого товара в расчете на единицу товара была одинаковой;

в) предельная полезность каждого товара, полученная в расчете на 1 руб. была одинаковой;

г) приобретать максимальное количество товаров, не являющихся заменителями.

7. Кривая безразличия:

а) представляет совокупность набора товаров, для приобретения которой используется весь доход потребителя;

б) отражает объективные рыночные характеристики, касающиеся величины дохода и цен;

в) меняет свой наклон, если изменяется доход потребителя;

г) введена в экономический анализ Вальрасом;

д) это линия, каждая точка которой представляет комбинацию товаров, дающую потребителю равный объем удовлетворения потребности.

8. Предельная норма замещения:

а) всегда положительна;

б) представляет собой отношение предельных полезностей товаров-заменителей;

в) показывает, от какого количества одного блага потребитель должен отказаться для приобретения единицы другого блага так, чтобы уровень общей полезности не изменился;

г) характеризует наклон бюджетной линии.

9. Бюджетная линия:

а) характеризует предельную полезность товара;

б) показывает общую полезность;

в) при изменении цен товаров не меняет своего наклона;

г) представляет все доступные комбинации товаров при заданных ценах и величине дохода потребителя;

д) определяет субъективную информацию потребителя о его предпочтениях.

10. Потребительское равновесие на карте безразличия – это:

а) любое пересечение бюджетной линии и кривой безразличия;

б) любая точка на самой высокой из кривых безразличия;

в) та точка, в которой наклон бюджетной линии равен наклону касательной к ней кривой безразличия;

г) любая точка, расположенная на бюджетной линии;

д) любая точка, расположенная на пространстве, ограниченном бюджетной линией.

11. Эффект дохода гласит, что…

а) при постоянном доходе снижение цены увеличивает покупательную способность;

б) при постоянном доходе снижение цены вызовет уменьшение покупательной способности;

в) в определенных ситуациях закон спроса нарушается, а кривая спроса получает положительный наклон;

г) с ростом дохода потребитель начинает приобретать только «престижные» товары.

12. Эффект замещения – это…

а) изменение объема и структуры потребления вследствие изменения относительной цены и перемещения из одной точки кривой безразличия в другую;

б) изменение объема и структуры потребления вследствие перемещения на более высокую или низкую кривую безразличия;

в) вытеснение из потребления низкокачественных товаров более качественными и дорогостоящими;

г) демонстрационное потребление с положительной зависимостью между ценой и количеством спроса на товар.

13. Под эффектом Веблена понимается…

а) демонстрационное потребление, т. е. увеличение потребительского спроса, связанное с тем, что товар имеет более высокую цену;

б) спонтанный спрос, управляемый сиюминутным желанием;

в) изменение спроса группы людей из-за того, что другие люди потребляют данный товар;

г) изменение спроса на товар, обусловленное качествами, присущими самому товару.

14. Ситуация, когда снижение цены приводит к уменьшению спроса, а увеличение цены – повышению спроса на некачественный или низший товар, который занимает значительное место в структуре потребления, называется эффектом …

а) Гиффена;

б) Веблена;

в) сноба;

г) дохода.

15. Излишек потребителя – это сумма денег:

а) которая не нужна потребителю;

б) которую государство забирает у потребителя при помощи налогов;

в) которую выигрывает потребитель из-за разницы между ценой, которую он готов уплатить, и рыночной ценой;

г) которую потребитель желает отдать тем фирмам-производителям, у которых наиболее высококачественная продукция.

Раздел 3. ОСНОВЫ МАКРОЭКОНОМИКИ

Тема 3.1. Национальная экономика: цели и результаты развития

1. Специфическим методом макроэкономики является:

а) метод индукции;

б) агрегирование;

в) метод синтеза;

г) метод научной абстракции;

д) метод функционального анализа.

2. Функцией предпринимательского сектора в рамках модели экономики страны является:

а) предложение факторов производства;

б) потребление экономических благ;

в) предложение общественных экономических благ;

г) предложение денег;

д) предложение частных экономических благ.

3. В модели кругооборота экономики страны в качестве доходов государственного сектора выступают:

а) трансферты;

б) факторные доходы;

в) налоги и сборы;

г) сбережения;

д) инвестиции.

4. Национальное богатство в широком понимании:

а) стоимость имущества, которым владеет страна: лесов, рек, полей, фабрик, заводов, имущества ее граждан;

б) стоимость всех факторов производства;

в) совокупность всех ценностей, которыми располагает страна на каждом этапе развития.

5. Повторный счет при расчете ВВП устраняется путем исключения из его величины:

а) стоимости конечной продукции;

б) стоимости промежуточной продукции;

в) добавленной стоимости;

г) государственных субсидий;

д) косвенных налогов.

6. Какие из нижеперечисленных доходов вы включили бы в ВВП?

а) зарплату репетитора на дому;

б) продажу старого холодильника;

в) доход владельца автозаправочной станции;

г) денежный перевод внуку от бабушки, живущей в другом городе.

7. Для расширения производственного потенциала страны необходимо, чтобы:

а) ВНП превышал ЧНП на величину амортизации;

б) НД превышал объем потребительских расходов населения и государства;

в) инвестиции превышали величину амортизации;

г) ЧНП превышал НД.

8. При расчете стоимости потребительской корзины базового года учитываются: (два ответа)

а) цены произведенных товаров и услуг базового года;

б) цены произведенных товаров и услуг текущего года;

в) объемы производства товаров и услуг базового года;

г) объемы производства товаров и услуг текущего года.

9. Если объем номинального ВВП и уровень цен повысились, то:

а) реальный ВВП не изменился;

б) реальный ВВП увеличился, но в меньшей степени, чем цены;

в) реальный ВВП сократился;

г) эта информация не позволяет определить динамику реального ВВП.

10. К третичному сектору экономики относится следующий вид экономической деятельности:

а) образование;

б) лесное хозяйство;

в) обрабатывающее производство;

г) добыча полезных ископаемых;

д) производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

11. Межотраслевые пропорции отражают количественные соотношения между:

а) различными отраслями национальной экономики;

б) отдельными производствами отрасли;

в) накоплением и потреблением;

г) национальными отраслями производства различных стран.

12. Законная, но официально не зарегистрированная деятельность – это:

а) криминальная экономическая деятельность;

б) скрытая (квази-легальная) экономическая деятельность;

в) нелегальная экономическая деятельность;

г) неформальная экономическая деятельность.

Тема 3.2. Макроэкономическое равновесие и макроэкономическая динамика

1. Согласно кейнсианской модели для повышения совокупного спроса при нарушении макроэкономического равновесия, применяются…

а) отвлечение потенциальных расходов;

б) инъекции;

в) повышение учетной ставки;

г) изъятия в виде сбережений.

2. Какое из перечисленных утверждений о кривой AD является ошибочным?

а) отрицательная зависимость между уровнем цен и объёмом выпуска выводится из уравнения количественной теории денег при условии фиксированного предложения денег и скорости их обращения;

б) кривая AD имеет положительный наклон;

в) когда Центральный банк увеличивает предложение денег, изменения в экономике могут быть описаны движением от одной точки на стационарной кривой AD до другой;

г) при движении вдоль кривой AD предполагается, что предложение денег остаётся постоянным;

д) каждая точка на кривой AD представляет собой объём товаров и услуг, который потребители могут приобрести при данном уровне цен.

3. Нарушение равновесия в результате увеличения совокупного спроса на кейнсианском отрезке совокупного предложения приведет к росту:

а) объема производства и росту цен;

б) объема производства и снижению цен;

в) объема производства при неизменных ценах;

г) цен при неизменном объеме производства.

4. Воздействие отрицательного шока совокупного предложения отражается:

а) сдвигом кривой AS влево – вверх;

б) сдвигом кривой AS вправо – вниз;

в) движением вдоль кривой AS;

г) изменением наклона кривой AS.

5. Отношение объема потребления к объему дохода является формальным выражением…

а) акселератора;

б) предельной склонности к потреблению;

в) мультипликатора инвестиций;

г) средней склонности к потреблению.

6. Валовые инвестиции – это…

а) затраты на средства производства, предназначенные на возмещение стоимости потребленного основного капитала и его прирост;

б) затраты на средства производства;

в) затраты на средства производства, предназначенные на возмещение стоимости потребленного основного капитала;

г) затраты на повышение уровня квалификации наемных работников.

7. Эффект мультипликатора при ситуации неполной занятости:

а) действует не в полную силу;

б) проявляется максимально;

в) отсутствует;

г) действует, но не всегда.

8. Потребительские расходы: C = 100 +0,8Y; национальный доход Y = 1000; объем сбережений:

а) 200;

б) 800;

в) 400;

г) 100.

9. Согласно монетаристской концепции обратная зависимость между инфляцией и безработицей существует…

а) в краткосрочном периоде;

б) в долгосрочном периоде;

в) как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде;

г) только в странах с переходной экономикой.

10. Если для удвоения цен необходимо 10 лет, среднегодовой темп инфляции:

а) 17 %;

б) 10 %;

в) 3 %;

г) 7 %.

11. Инфляция, сопровождаемая всеобщим государственным контролем, называется ...

а) подавленная;

б) открытая;

в) ожидаемая;

г) сбалансированная.

12. Ярко выраженная антиинфляционная политика предполагает:

а) повышение уровня налогообложения и сокращение государственных расходов;

б) рост налогов и более высокий уровень государственных расходов;

в) снижение налогов и более высокий уровень государственных расходов;

г) постоянство уровня и государственных расходов, и налоговых поступлений.

13. Если индекс цен в базовом году составил 182,5 %, в текущем – 232,5 %, то темп инфляции в текущем году равен:

а) 50 %;

б) 127 %;

в) 1,27;

г) 27,4 %.

14. Если в стране за текущий год реальная заработная плата увеличилась на 8 % при уровне инфляции 3 %, то номинальная оплата труда:

а) повысилась на 5 %;
б) повысилась на 11 %;
в) снизилась на 3 %;
г) повысилась на 3,67 %.

15. К среднесрочным экономическим циклам относят циклы:

а) Кондратьева;
б) Митчелла;
в) Китчина;
г) Жуглара.

16. Величина реального ВНП в (t-1)-й год составила 15932,3 млрд. руб., в t-й год 16802,8. Чему будут равны темп роста и темп прироста?

а) 105,76% и 5,76%;
б) 105,96% и 5,96%;
в) 104,58% и 4,58%;
г) 105,46% и 5,46%;
д) 103,89% и 3,89%.

17. К интенсивным факторам экономического развития НЕ относятся:

а) использование достижений НТП;
б) увеличение количества используемых ресурсов;
в) повышение квалификации работников;
г) рост производительности труда;
д) повышение фондоотдачи и снижение материалоемкости.

Тема 3.3. Деньги, кредит, банки. Кредитно-денежная политика

1. Что <u>не</u> относится к функциям денег?

а) измерять стоимость товаров и услуг;
б) сохранять богатство;
в) способствовать обороту товаров и услуг;
г) улучшать благосостояние людей.

2. В состав денежного агрегата М3 <u>не</u> входят:

а) бумажные деньги;
б) облигации государственного займа;
в) акции предприятий;
г) металлические деньги.

3. Бумажные деньги отличаются от кредитных тем, что:

а) бумажные деньги – это наличные, а кредитные деньги существуют в форме записей на банковских счетах;

б) бумажные деньги не подлежат вывозу за пределы страны;

в) бумажные деньги имеют принудительную покупательную способность, а кредитные деньги – это векселя эмиссионного банка;

г) бумажные деньги предназначены для оплаты недорогих товаров, а кредитные используются при оплате дорогостоящих товаров и услуг.

4. Равновесие на денежном рынке имеет место при:

а) равенстве предложения и спроса на деньги;

б) равенстве операционного и спекулятивного спроса;

в) равенстве реальных кассовых остатков и предложения денег;

г) равенстве операционного спроса на деньги и предложения денег;

д) равенстве спекулятивного спроса на деньги и предложения денег.

5. Функцией деятельности Центрального банка является:

а) получение прибыли;

б) кредитование предприятий;

в) первичный учет векселей;

г) поддержка устойчивости и покупательной способности национальной валюты.

6. Депозиты…

а) составляют основную часть ресурсов коммерческих банков;

б) представляют собой отношение суммы вкладов к сумме выданных кредитов;

в) являются основной сферой приложения капитала пенсионных фондов;

г) являются элементом регулирования банковской системы, защищая вкладчиков от потерь при банкротстве банков.

7. Снижение учётной ставки Центрального банка свидетельствует о проведении _____ политики.

а) рестрикционной фискальной;

б) рестрикционной монетарной;

в) экспансионной фискальной;

г) экспансионной монетарной.

8. Допустим, Вы разместили имеющуюся у Вас сумму денег в размере 100 тыс. руб. в банке под 10 % годовых. Таким образом, через год Вы получили 110 тыс. руб. Инфляция за этот период времени составила 15 %. Вывод о выгодности размещения Ваших денежных средств таков:

а) удачно, реальная процентная ставка равна 25 %;

б) не удачно, реальная процентная ставка равна (- 5 %);

в) не удачно, реальная процентная ставка равна (- 10 %);

г) удачно, реальная процентная ставка равна 5 %.

Тема 3.4. Государственные финансы и налогообложение. Бюджетно-налоговая политика

1. Основной принцип налогообложения:

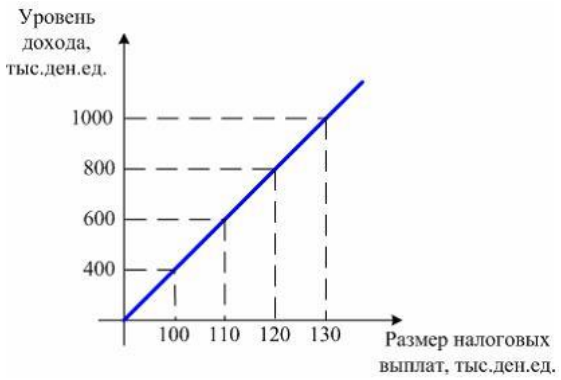
а) неравенство налогообложения;

б) независимость производства от уровня налогообложения;

в) равенство и справедливость;

г) независимость налоговых изъятий от величины дохода.

2. На основании данных графической модели определите тип налоговой системы по характеру начисления налога...



а) регрессивная;
б) прогрессивная;
в) пропорциональная;
г) фиксированная.

3. К бюджетным расходам относятся:
а) государственные займы;
б) эмиссия денег;
в) трансфертные платежи;
г) налоговые платежи.

4. Дефицит госбюджета составлял 250 ден. ед., налоговые поступления выросли на 200 ден. ед., при прочих равных условиях:
а) дефицит бюджета сократился до 50 ден. ед.;
б) возник профицит бюджета в 50 ден. ед.;
в) дефицит бюджета вырос на 50 ден. ед.;
г) госбюджет стал сбалансированным.

5. Предположим, что фактический ВВП равен 200 ден. ед., равновесный ВВП составляет 240 ден. ед., *MPC* = 0,8. Какие изменения в бюджетно-налоговой политике должны произойти, чтобы экономическая система пришла в состояние макроэкономического равновесия?
а) увеличение государственных расходов на 8 ден. ед.;
б) уменьшение государственных расходов на 8 ден. ед.;
в) увеличение государственных расходов на 40 ден. ед.;
г) увеличение налогов на 10 ден. ед..

6. Увеличение правительственных расходов в краткосрочном периоде приводит к:
а) снижению совокупного спроса;
б) увеличению ВВП;
в) снижению ВВП;
г) росту цен.

7. Увеличение предложения денег вызовет:
а) сдвиг кривой IS вправо;
б) сдвиг кривой IS влево;
в) сдвиг кривой LM вправо;
г) сдвиг кривой LM влево;
д) сдвиги обеих кривых вправо.

8. Инструментом стимулирующей бюджетно-налоговой политики является:

а) повышение налогов и сокращение государственных расходов;
б) сокращение налогов и государственных расходов;
в) повышение налогов и государственных расходов;
г) снижение налогов и повышение государственных расходов.

Тема 3.5. Мировая экономика и внешнеэкономическая политика

1. Бреттон-Вудская валютная система действовала:
а) с 1867 по 1944 гг.;
б) с 1881 по 1922 гг.;
в) с 1944 по 1976 гг.;
г) с 1935 по 1953 гг.

2. При плавающем валютном курсе наблюдается следующее:
а) предсказуемость и стабильность;
б) фиксация валютного курса на одном уровне;
в) автоматическая корректировка платежного баланса;
г) возможность возникновения избыточного спроса или избыточного предложения иностранной валюты.

3. Исходя из паритета покупательной способности, если телефон продается за 400 долларов в США и за 10000 рублей в РФ, то обменный курс, выраженный в количестве рублей, приходящихся на 1 доллар, составит…
а) 25;
б) 1;
в) 40;
г) 0,04.

4. Внутренняя конвертируемость валюты – это:
а) обратимость валюты для нерезидентов;
б) обратимость валюты для резидентов;
в) возможность использования валюты при осуществлении любых видов внешнеэкономических операций;
г) возможность использования валюты при осуществлении некоторых видов внешнеэкономических операций.

5. Парадокс Леонтьева заключается в том, что:
а) страны экспортируют те товары, которые они производят с меньшими удельными издержками труда, и импортируют те товары, которые производятся другими странами с меньшими удельными издержками труда;
б) в экспорте развитой страны при относительно избыточном факторе капитала преобладают относительно более трудоемкие товары, а в импорте – капиталоемкие;
в) в импорте развитой страны при относительно избыточном факторе капитала преобладают относительно более трудоемкие товары, а в экспорте – капиталоемкие;
г) страны с одинаковой обеспеченностью факторами производства выигрывают от внешней торговли при специализации на тех производствах, в которых наблюдается эффект масштаба.

6. К мерам государственного протекционизма относится…
а) введение таможенных пошлин на импортируемые товары;
б) введение налоговых льгот для филиалов зарубежных компаний;

в) отмена любых ограничений на экспорт товаров;

г) полная отмена таможенных пошлин на импортируемые товары.

7. Основной целью существования Всемирной торговой организации является:

а) надзор за валютными курсами и макроэкономической политикой стран-членов и развитием международной экономики в целом;

б) выявление тенденции в экономическом развитии стран-членов, влияния военных действий в сфере экономики на платежные балансы других стран;

в) регулирование торговли товарами и услугами между странами;

г) предоставление кредитов развивающимся странам и странам с переходной экономикой для осуществления мероприятий структурной политики;

д) осуществление банковского надзора и международных расчетов.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «*Экономические аспекты профессиональной деятельности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Экономические аспекты профессиональной деятельности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *экзамене* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к зачету на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологический факультет
Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Методические указания

для выполнения курсовых работ

Екатеринбург

2020

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания адресованы студентам, выполняющим в процессе обучения курсовую работу по дисциплине «Информационные технологии в техносферной безопасности».

Курсовая работа – самостоятельная разработка конкретной темы по изучаемой дисциплине с элементами научного анализа, предназначенная для формирования у студентов теоретических знаний и практических навыков, умений работать с литературой, анализировать источники, делать обстоятельные и обоснованные выводы.

Цель и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является, с одной стороны, систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по дисциплине, с другой, – приобретение и развитие студентом таких важных качеств, как:

– умение работать с литературой, анализировать источники по проблеме исследования, делать обстоятельные и обоснованные выводы;

– умение грамотно и логически обоснованно излагать свои мысли и идеи;

– умение четко формулировать и аргументировано обосновывать предложения и рекомендации по результатам выполненного исследования;

– способность к творческому и критическому мышлению;

– овладение аналитическими навыками, т.е. способностью искать и находить информацию, формулировать проверяемые гипотезы, выстраивать данные в определенном порядке и оценивать их и т.п.;

– овладение навыками самостоятельной исследовательской работы.

Основными задачами при выполнении курсовой работы являются:

1. Обоснование актуальности и значимости темы работы.

2. Исследование состояния и разработанности выбранной темы исследования.

3. Рассмотрение теоретических аспектов изучаемой проблемы, раскрытие основных понятий и терминов, относящихся к данной проблематике.

4. Сбор и анализ информации по проблеме с использованием современных средств получения, хранения и переработки информации.

5. Разработка практических рекомендаций и предложений по тематике курсовой работы.

6. Формирование навыков самостоятельной работы на всех этапах выполнения курсовой работы – от обоснования актуальности до формулировки выводов и рекомендаций.

Курсовая работа является одним из этапов изучения дисциплины «Информационные технологии в техносферной безопасности». При ее выполнении следует применить все знания, полученные при изучении дисциплины.

В методических указаниях представлены задания на курсовую работу, содержание, порядок и способ ее выполнения, а также образец ее оформления.

Работа выполняется в соответствии с планом, утвержденным руководителем.

1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тематика курсовых работ связана с учебным материалом, который изучается в ходе освоения дисциплины, а также может быть дополнена студентом – проектированием развития территориально-производственных комплексов с учетом потенциальных природных и техногенных рисков. Курсовая работа может быть как самостоятельной работой, так и одним из этапов развития научно- исследовательской работы бакалавра. Тема выбирается совместно студентом и руководителем, в отдельных случаях может быть скорректирована.

Работы имеют следующие направления:

Тема 1: Информационные системы в управлении техносферной безопасностью

Определение информационных технологий, их структура, классификация. Цели информационных технологий в управлении техносферной безопасностью. Операции в технологиях управления.

Тема 2: Системный анализ и моделирование процессов в техносфере

Использование информационных технологий при управлении безопасности жизнедеятельности в техносфере. Использование единой системы условных знаков и обозначений. Мониторинг объектов техносферы и окружающей среды.

Тема 3: Информационные системы для мониторинга и прогнозирования ЧС

Характеристика и принципы ИТ для мониторинга и прогнозирования ЧС. Природопользование, социально-демографическая, геоэкологическая, гидрометеорологическая, ГЛОНАСС, ГИС. Роль международных программ и МКС в формировании и поддержке ИС в управлении техносферной безопасностью.

Тема 4: Современные подходы к созданию комплексной ИС для

обеспечения техносферной безопасности

Структура комплексной ИС в обеспечении техносферной безопасности. Уровни ИС (региона, государства, планетарного масштаба). Применение современных методов ИС в управлении техносферной безопасностью.

2. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовую работу по дисциплине «Информационные технологии в техносферной безопасности» следует выполнять в несколько этапов на протяжении всего семестра с последующей защитой на зачетной неделе.

Основные этапы:

1. Получение задания на курсовую работу от руководителя и согласование плана работы над ней.
2. Методологическая часть:

2.1. Аналитический обзор существующих работ по данной тематике.

2.2. Подбор материалов, которые войдут в основу электронного учебника (текстовая часть, графика и т.д.).

3. Разработка структуры электронного учебника.
4. Создание электронного учебника и его наполнение.
5. Оформление курсовой работы.
6. Защита курсовой работы с представление электронного учебника.

3. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из текстовой и электронной частей. Объем текстовой части – от 15 до 20 страниц машинописного текста формата А4, размер шрифта – 14. (объем текстовой части может существенно изменяться в зависимости от темы курсовой работы).

При оформлении отчета необходимо руководствоваться следующими

требованиями: четкость построения и логическая последовательность изложения материала, краткость и точность формулировок, конкретность в изложении результатов работы.

Электронная часть включает электронный учебник, разработанный с помощью одной из электронных программ в ходе выполнения курсовой работы.

Курсовая работа должна быть составлена в следующей последовательности:

- титульный лист (Приложение 1),
- содержание,
- введение,
- основная часть,
- практическая часть,
- выводы,
- список литературы,
- приложения.

Содержание

Содержание включает названия разделов курсовой работы с указанием нумерации страницы, на которой находится начало данного раздела.

Введение

Во введении кратко характеризуется современное состояние вопроса, который рассматривается в работе, формируется актуальность и новизна. Также четко обозначаются цели и задачи работы.

Объем введения не более 2-х страниц.

Основная часть

Основная часть отчета курсовой работы включает сформулированные и оформленные результаты методологической части.

Аналитический обзор существующих работ по данной тематике должен наиболее полно и систематизировано отражать уровень изученности проблемы. Требуется использовать фундаментальные источники (учебники, монографии), а также интернет, периодические издания, статьи, доклады научных конференций и т.д.

В обзоре следует отображать только те материалы, которые имеют непосредственное отношение к теме, а не приводить повторяющиеся сведения исходных документов. Главной задачей аналитического обзора является более глубокое и полное отображение изучаемой темы на современном научном уровне.

В основной части курсовой работы на основе аналитического обзора определяются границы и направления применимости информационных систем в рассматриваемой области.

Практическая часть

Практическая часть курсовой работы заключается в разработке и реализации структуры электронного учебника.

В данном разделе описывается с помощью какой программы был создан электронный учебник и структура электронного учебника.

Итогом практической части становится электронный учебник.

Выводы

Выводы излагаются в сжатой форме и должны отражать достигнутые конкретные результаты проведенной работы. Они не должны содержать ничего нового, о чем в работе не говорится, а также носить характер сжатого пересказа всей работы.

Можно представить выводы по пунктам с использованием выводов разделов.

Список литературы

Список литературы должен включать наименование работ, источников, которые были непосредственно использованы в основной и практической частях курсовой работы. Список должен оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 – 2003, ГОСТ 7.0.5-2008.

Приложения

Материалы, которые носят вспомогательный характер и могут загромождать основную и практические части работы помещают в приложения. К ним относятся: справочные материалы, объемные таблицы данных, технологические схемы, нормативные документы и т.д.

4. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

При подготовке к защите курсовой работы студент должен:

- завершить оформление курсовой работы;
- подготовить электронный учебник, созданный в ходе выполнения курсовой работы;
- сдать руководителю оформленную курсовую работу.

Работу проверяет руководитель и выставляет на титульном листе отметку о допуске к защите.

На защите студент представляет электронный учебник перед студентами (2-5 мин.).

После доклада студенту задаются вопросы. При ответе на вопросы студент должен показать умение в отстаивании своей точки зрения по заданным вопросам.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Горно-технологический факультет
Кафедра Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине
«Информационные технологии в техносферной безопасности»

на тему:

Тема курсовой работы без кавычек

Выполнил студент группы XXX

_____
(фамилия, имя, отчество)

Проверил _____
(должность, фамилия, имя, отчество)

Екатеринбург
2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВДЕНИЕ 3
Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА 4
Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА 12
2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока. 12
2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока 14
2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока 16
Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ 22
3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой 22
3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником 25
Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. 27
Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА 33
Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ 40
ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА. 46
7.1. Неразветвленные магнитные цепи. 46
7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку. 49
7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС 51
2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока. 57
Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ 58
Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ 60
Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ 63

ВВДЕНИЕ

Дисциплина «Электротехника электроника» изучает процессы в электрических и магнитных цепях, выявляет общие закономерности электромагнитных явлений и их прикладное применение для создания, передачи и распределения электроэнергии.

Целью преподавания дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущего инженера-электрика, инженера-электромеханика, инженера по автоматизации производственных процессов, развитие его творческих способностей, умение формировать и решать на высоком научном уровне проблемы осваиваемой специальности, умение творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Эти цели достигаются на основе повышения творческой активности и самостоятельной работы студентов.

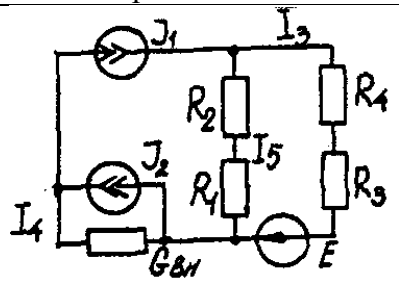
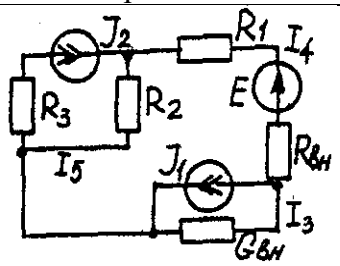
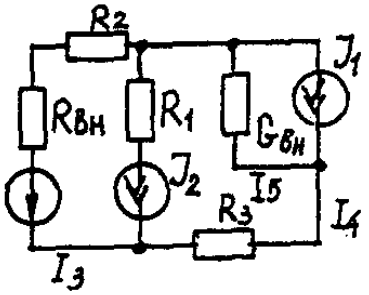
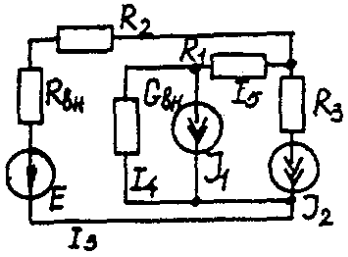
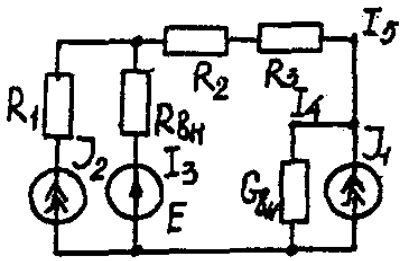
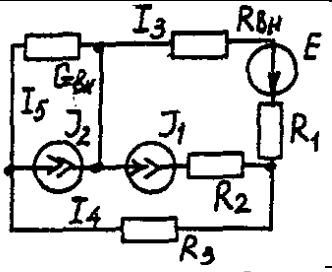
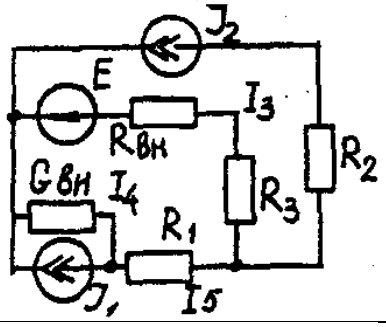
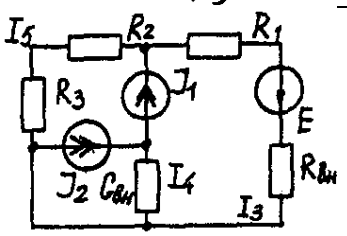
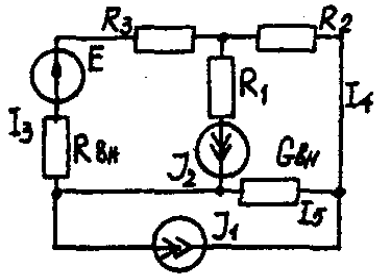
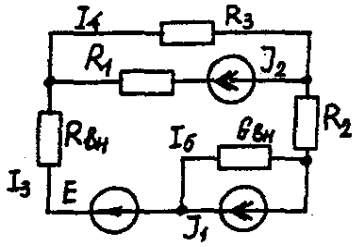
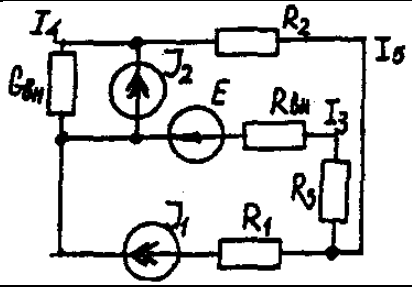
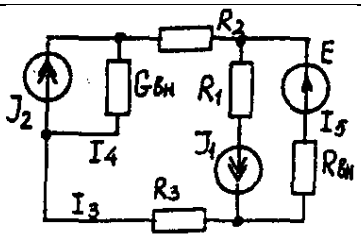
Высокий научный и инженерный уровень дисциплины обусловлен глубоким проникновением в ее разделы законов и положений, которые даются в курсах «Физика» и «Математика».

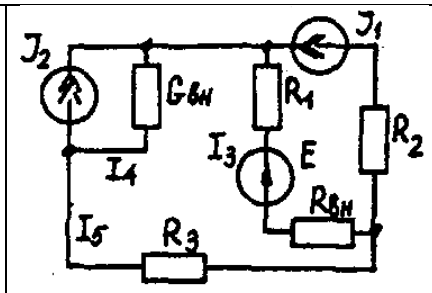
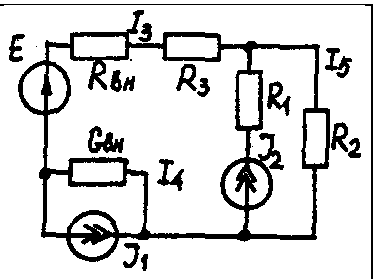
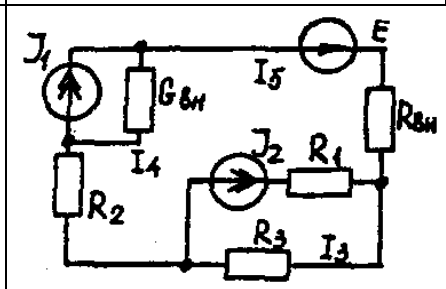
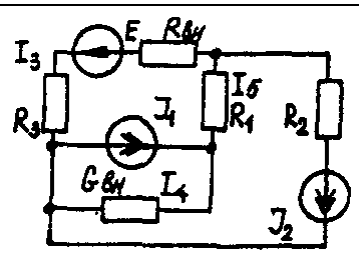
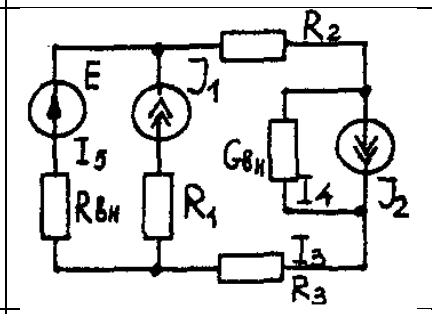
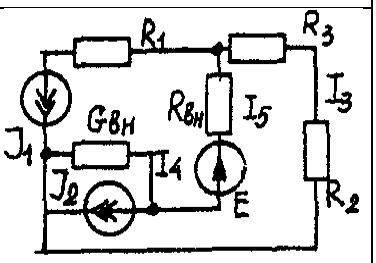
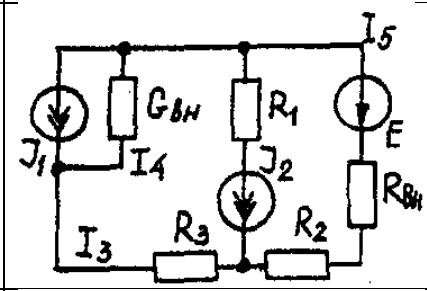
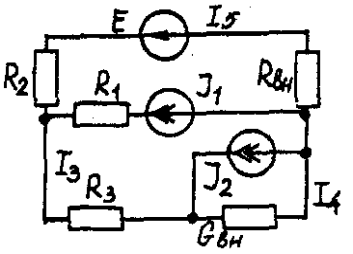
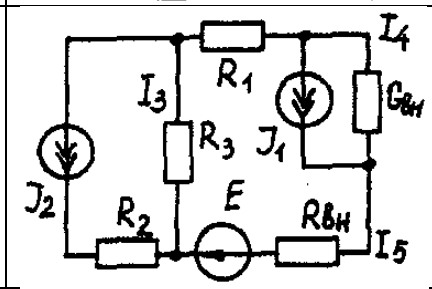
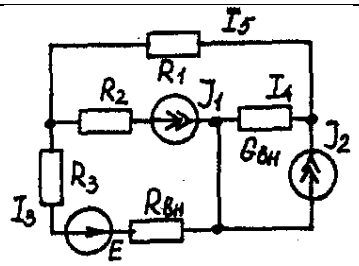
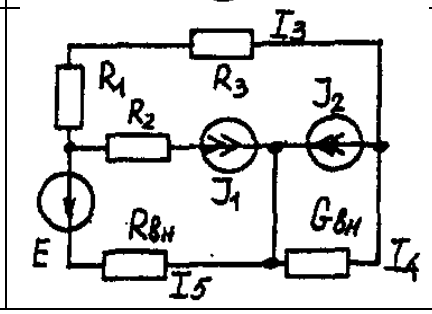
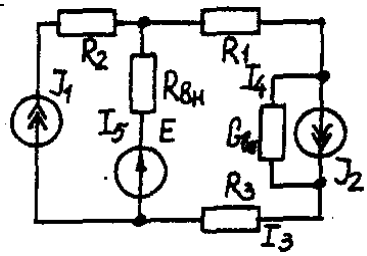
Выполнение контрольных заданий.

При выполнении контрольных задний необходимо выполнить следующие требования:

1. Контрольные задания выполняют по данному методическому указанию.
2. Варианты задач в контрольных заданиях определяют по двум последним цифрам номера студенческого билета. Если две последние цифры превышают число 24 (общее количество вариантов), то номер варианта определяется по остатку от целочисленного деления этих цифр на число 24. • Например, двум последним цифрам 49-го номера студенческого билета соответствует первый вариант контрольного задания.
3. Контрольные задания выполняют в отдельной тетради, на обложке которой приводят сведения по следующей форме: фамилия, имя, отчество, номер студенческого билета, номер контрольного задания.
4. Графическую часть (схемы, графики) в контрольных заданиях выполняют карандашом, в масштабе, с указанием последнего.
5. Решение каждой задачи контрольного задания следует начинать с новой страницы.
6. Электрические схемы вычерчивают согласно стандарту.
7. Условие задачи выписывают полностью без сокращений.
8. Решения задач сопровождают краткими пояснениями.
9. Контрольные задания представляются для проверки до начала соответствующей лабораторно-экзаменационной сессии.
10. Если контрольное задание не зачтено, студент обязан, исправив ошибки указанные преподавателем, представить задание на повторную рецензию.
11. Студенты, не сдавшие на проверку соответствующих решенных контрольных заданий, к сдаче экзамена не допускаются.

Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	
11		12	

13		14	
15		16	
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 1.1) с известными параметрами (табл. 1.2) определить токи в ветвях цепи следующими методами:

- составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа;
- контурных токов;

- наложения;
- узловых потенциалов;
- эквивалентного генератора.

Номер вариа-нта	Значение параметров							
	E, В	J_1, А	J_2, А	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_{ВН}$, Ом	$G_{ВН}$, См
1	42	35	17	10	20	5	7	0,5
2	126	6	8	1	3	2	5	0,25
3	21	5	2	5	9	3	3	0,2
4	29	3	6	2	3	4	4	0,2
5	200	25	25	8	3	1	4	0,5
6	40	10	3	5	8	5	2	0,5
7	50	3	25	3	5	2	3	0,2
8	20	10	8	4	8	2	6	1
9	50	22	6	4	5	2	3	0,1
10	140	20	7	5	1	4	6	0,2
11	104	28	13	5	2	3	2	0,1
12	150	4	6	3	4	6	5	0,2
13	43	4	28	2	5	1	3	0,2
14	82	2	3	6	4	5	6	0,2
15	52	2	1	3	1	2	2	0,2
16	204	1	5	2	3	1	3	0,4
17	110	11	9	2	3	3	2	0,5
18	72	2	1	4	1	3	6	0,2
19	42	2	5	3	3	4	5	0,1
20	8	6	2	6	1	2	2	0,05
21	187	10	6	2	6	7	4	0,5
22	144	5	15	4	3	2	4	0.5
23	84	6	5	3	3	б	3	0,5
24	103	12	6	4	3	1	3	0,5

Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа

Методические указания.

Этот метод основан на составлении и совместном решении системы уравнений электрического равновесия, составленных по первому и второму законам Кирхгофа. Общее число независимых уравнений (и) должно быть равно числу неизвестных токов, то есть числу ветвей электрической схемы *(p)* за исключением ветвей, содержащих источник тока.

Последовательность решения.

Выбрать условное положительное направление токов в ветвях. По первому закону Кирхгофа для схемы, содержащей *(q)* узлов, составить *(q* -1) уравнений электрического равновесия. По второму закону Кирхгофа составить [*p* - *(q* - 1)] уравнений электрического равновесия для независимых контуров. При составлении уравнений электрического равновесия следует обратить внимание на знаки. Если заданное или произвольно выбранное направление токов и э. д. с. совпадают с выбранным обходом контуров, то перед ними в уравнениях электрического равновесия ставят знак плюс, знак у падений напряжений берется в соответствии со знаком тока.

Решить полученную систему уравнений электрического равновесия относительно неизвестных токов в ветвях.

Выполнить проверку полученного решения по первому закону Кирхгофа для узлов заданной электрической схемы.

Метод контурных токов

Методические указания.

Этот метод заключается в представлении действительных токов в ветвях, являющихся общими для двух или большего числа смежных контуров, алгебраической суммой составляющих, каждая из которых является током, замыкающимся в одном из выбранных контуров. Эти составляющие называются контурными токами. При решении задачи этим методом в расчет вводят контурные токи, составляют уравнения электрического равновесия только на основании второго закона Кирхгофа. Вычислив контурные токи, определяют действительные токи в ветвях.

Последовательность решения.

Выбрать для рассматриваемой схемы независимые контуры, не содержащие источники тока *(J).*

Задавшись положительными направлениями обхода контуров, составить для выбранных независимых контуров уравнения электрического равновесия по второму закону Кирхгофа, принимая направления контурных токов, совпадающими с выбранным обходом контуров. В уравнениях электрического равновесия учитывать и падения напряжений, обусловленные источниками тока (J) на соответствующих сопротивлениях рассматриваемого контура. Определить контурные токи.

Вычислить действительные токи ветвей как алгебраические суммы токов как контурных, так и источников тока, протекающих через рассматриваемую ветвь.

Метод наложения

Методические указания.

Этот метод основан на том, что действительный ток в рассматриваемой ветви равен алгебраической сумме составляющих токов в этой ветви, вызванных каждой из э. д. с. и источника тока в отдельности при исключении действия остальных источников э. д. с. и тока.

Последовательность решения.

Составить (нарисовать) электрические цепи с одним источником э. д. с. или тока, при этом зажимы остальных источников тока размыкать, а источники э. д. с. замыкать накоротко.

Задаться положительными направлениями токов в ветвях.

Определить составляющие - токов в ветвях, вызванных рассматриваемым источником.

Определить действительные токи ветвей как алгебраическую сумму составляющих.

Метод узловых потенциалов

Методические указания.

Этот метод заключается в определении потенциалов узлов, на основании чего вычисляются токи в ветвях по закону Ома. Потенциалы узлов определяются на основании системы уравнений электрического равновесия (1.1), составленных по первому закону Кирхгофа. При этом токи в уравнениях электрического равновесия выражают через потенциалы согласно закону Ома для участка цепи. Потенциал одного из узлов принимается равным нулю.

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_1 G_{11} - \varphi_1 G_{12} - \varphi_3 G_{13} = I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_1 G_{22} - \varphi_3 G_{23} = I_{22} \\ -\varphi_1 G_{31} - \varphi_1 G_{32} - \varphi_3 G_{33} = I_{33} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad (1.1)$$

Где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, - потенциалы узлов; $G_{11}, G_{22}, G_{33}, \ldots$ - собственная (узловая) проводимость, равная сумме проводимостей всех ветвей, сходящихся в этом узле, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $G_{11}, G_{12}, G_{13}, G_{21}, G_{23}, G_{32}, \ldots$ - взаимная проводимость, равная сумме проводимостей ветвей между двумя узлами, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $I_{11}, I_{22}, I_{33}, \ldots$ - узловой ток, равный алгебраической сумме токов (J) источников тока и произведений *(G-E)* (э. д. с. ветвей, сходящихся в рассматриваемом узле, на их проводимости); эти величины входят в выражения узловых токов со знаком плюс, если токи *(J)* и э. д. с. (Е) направлены к рассматриваемому узлу.

Последовательность решения.

Пронумеровать узлы. Потенциал одного из узлов принять равным нулю.

Составить систему *(q* - 1) уравнений электрического равновесия (1.1) Вычислить собственные и взаимные проводимости, узловые токи и подставить в систему уравнений электрического равновесия (1.1).

Определить потенциалы узлов, решив систему уравнений электрического равновесия (1.1). Определить токи ветвей по закону Ома.

Ток ветви равняется разности потенциалов двух узлов, деленной на сопротивление ветви,

$$I_{\text{ветви}} = [\,(\varphi_{\text{к}} - \varphi_{(\text{к}-1)})\,] / \sum R_{\text{ветви}} \quad (1.2)$$

Метод эквивалентного генератора

Методические указания.

Этот метод основан на применении теоремы об активном двухполюснике. Согласно теоремы любой активный двухполюсник, содержащий один или несколько источников энергии, можно заменить эквивалентным генератором, э. д. с. которого равна напряжению холостого хода на зажимах выделенной ветви, а внутреннее сопротивление равно входному сопротивлению двухполюсника (рис. 1.1).

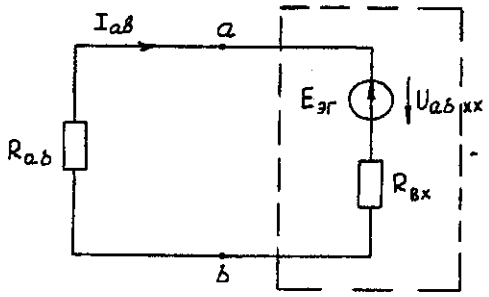


Рис. 1.1. К методу эквивалентного генератора

При определении тока, например, в ветви *ab* любой электрической схемы, эту схему представляют в виде двух частей: рассматриваемой ветви *ab* и остальной части схемы - эквивалентного генератора *($E_{эг}$).* Ток в ветви *ab* определяют по формуле:

$$I_{ab} = U_{ab\,xx} / (R_{ab} + R_{вх}) \quad (1.3)$$

где *Uab xx* - напряжение холостого хода активного двухполюсника (эквивалентного генератора) относительно зажимов рассматриваемой ветви; $R_{вх}$ - входное сопротивление пассивного двухполюсника относительно зажимов *ab;* R_{ab} - сопротивление рассматриваемой ветви *ab.*

Последовательность решения.

Определить напряжение U_{abxx} с помощью одного из известных методов расчета электрических цепей, согласно исходной схеме без рассматриваемой ветви *ab.*

Вычислить входное сопротивление $R_{вх}$ пассивного двухполюсника, т. е. сопротивление исходной электрической цепи относительно точек *ab* без ветви *ab,* при замкнутых источниках токов э. д. с. и разомкнутых источников токов.

Вычислить ток в рассматриваемой ветви *ab* (см. рис. 1.1) по формуле (1.3).

Пример решения задачи

Для заданной электрической цепи (рис. 1.2) с параметрами: E=65,5 В; J_1=3,5 А; J_2 = 8 А; R_1 = 9 Ом; R_2 = 7 Ом; R_3 = 5 Ом; $R_{вн}$ = 3 Ом; $G_{вн}$ = 0,5 См, определить токи в ветвях.

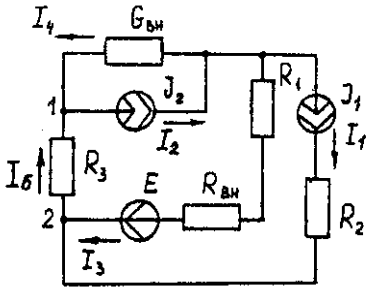


Рис. 1.2. Схема заданной электрической цепи

Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа

В рассматриваемой электрической цепи неизвестными являются три тока *(I_3, I_4, I_5)*, для определения этих токов необходимо иметь систему из трех уравнений электрического равновесия, которые составляем по законам Кирхгофа: два уравнения электрического равновесия по первому закону Кирхгофа, предварительно задавшись положительными направлениями токов в ветвях (для узлов 1 и 2); третье уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа. Принимаем контур *(R_3 – $G_{вн}$ – R_1 – $R_{вн}$ - E)*, минуя ветви с источниками тока, и задаемся положительным направлением его обхода (см. рис. 1.2.)

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - J_2 + I_5 = 0; \\ I_3 + J_1 - I_5 = 0; \\ I_5 R_3 - I_4 1/G_{вн} + I_3(R_1 + R_{вн}) = E. \end{array}\right\} \quad (1.4)$$

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - 8 + I_5 = 0; \\ I_3 + 3{,}5 - I_5 = 0; \\ I_5 5 - I_4 * 1/0{,}5 + I_3(9 + 3) = 65{,}5. \end{array}\right\} \quad (1.5)$$

В результате решения системы уравнений (1.5) получим: I_3 = 3 А; I_4 = 1,5 А; I_5 = 6,5 А.

Метод контурных токов

Для определения трех неизвестных токов выбираем три независимых контура (рис 1.3) и задаемся положительными направлениями их обхода, совмещая положительные направления контурных токов I_{11}, I_{22}, I_{33} с направлениями их обхода I_{11}= J_1= 3,5 А ; I_{22} = J_2 = 8 А.

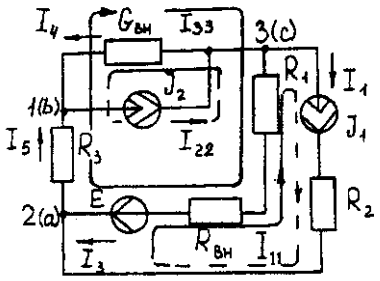


Рис. 1.3. Схема электрической цепи для метода контурных токов

Таким образом, неизвестным является лишь контурный ток I_{33}. Для третьего контура *(R_3 - $G_{ВН}$ – R_3 – $R_{вн}$- E)* составляем уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа и определяем контурный ток I_{33}

$$-I_{11}(R_1+R_{вн})-I_{22}*1/G_{вн}+I_{33}(R_1+R_{вн}+R_3+1/G_{вн})= E; \quad (1.6)$$

$$-3{,}5(9 + 3) - 8 * 1/0{,}5 + I_{33}\,(9 + 3 + 5 + 1/0{,}5) = 65{,}5;$$

отсюда I_{33} = 6,5 А.

Действительные токи в ветвях:

I_3=I_{33}-I_{11}=6,5-3,5 = 3А;

$I_4 = I_{22}$-I_{33} = 8-6,5 = l,5A,

$I_5 = I_{33}$=6,5A.

Метод узловых потенциалов

Заземляем один из узлов (например 3, рис. 1.4), потенциал этого узла (φ_3) теперь равен нулю. Для определения потенциалов двух других узлов составляем систему из двух уравнений электрического равновесия по первому закону Кирхгофа:

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1 G_{11} - \varphi_2 G_{12} &= I_{11}\\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_2 G_{22} &= I_{22}\end{aligned}\right\} \quad (1.7)$$

$G_{11} = G_{вн}$+ 1/R_3= 0,5 + 1/5 = 0,7 См ; $G_{12} = G_{21} = 1/R_3$ = 1/5 = 0,2 См ; G_{22} = 1/R_3 + l/(R_1 + $R_{вн}$) = 1/5 + 1/(9 + 3) = 0,28 См.

$I_{11} = -J_2$ = - 8 А; $I_{22} = J_1 + E/(R_1 + R_{вн})$ = 3,5 + 65/(9 + 3) -=9 А.

$$\left.\begin{aligned}0{,}7\varphi_1 - 0{,}2\varphi_2 &= -8;\\ -0{,}2\varphi_1 - 0{,}28\varphi_2 &= 9,\end{aligned}\right\}$$

откуда φ_1= -3 В ; φ_2 = 29,5 В.

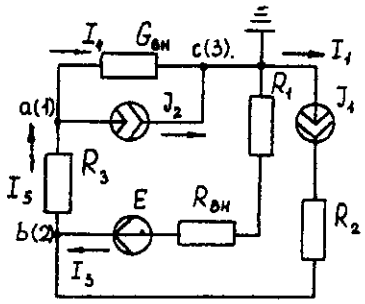


Рис. 1.4. Схема электрической цепи для метода узловых потенциалов

Токи в ветвях:

I_3 = [(φ_3 - φ_2) + E] * 1/ (R_1 + $R_{вн}$) = [(0 - 29,5) + 65,5] * 1/(9 + 3) - 3 А;

I_4 = (φ_3 - φ_1)-$G_{ВН}$ = (0 + 3)*0,5 = 1,5 А;

I_5 = (φ_1- φ_2) • $1/R_3$ = (-3 - 29,5)*1/5 = -6,5 А.

Знак "-" у тока I_5 указывает на то, что действительное направление тока противоположно выбранному.

Метод наложения

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3', I_4', I_5'), вызванные источником э. д. с. (Е) при исключении источников тока (J_1) и (J_2) (рис. 1.5, а). Направление токов в цепи определяется согласно направлению источника э. д. с. (Е)

$I_3' = I_4' = I_5' = E/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{ВН})$ = 65,5/(9 + 3 + 5 + 1/0,5) = 3,45 А.

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3'', I_4'', I_5''), вызванные источником тока (J_1) (рис. 1.5, *б*) при исключении источника тока (J_2) и источника, э. д. с. (E) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению (J_1).

$I_3 = J_1(R_3 + 1/G_{ВН})/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{ВН})$ =3,5(5 + 2)/(9 + 3 + 5 + 2) = 1,3 А;

$I_4'' = I_5'' = J_1 - I_3''$ = 3,5 -1,3 = 2,2 А.

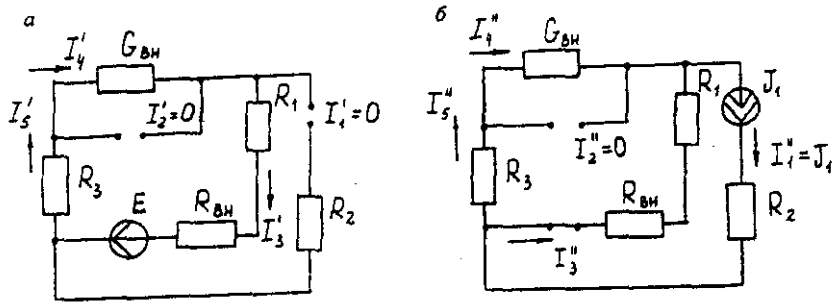


Рис. 1.5. Схема электрической цепи для метода наложения при исключении источника тока (а) и вызванные источником тока *(б)*

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3''', I_4''', I_5'''), вызванные источником тока (J_2) (рис. 1.6, а) при исключении источника тока (J_1) и источника, э. д. с. (Е) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению (J_2).

$I_3''' = I_5''' = J_2 (1/G_{вн})/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{вн}) = 8*2/(9 + 3 + 5 + 2) = 0{,}85$ А;

$I_4''' = J_2 - I_3''' = 8 - 0{,}85 = 7{,}15$ А

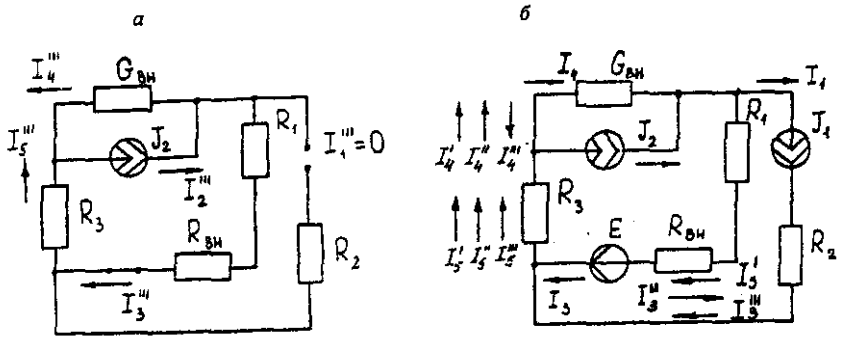


Рис. 1.6. Схема электрической цепи для определения составляющих токов в ветвях, вызванных источником тока (а) и при исключении (б)

Действительные токи в ветвях определяем как алгебраическую сумму составляющих, вызванных каждым из источников энергии (см. рис. 1.6, б):

$I_3 = I_3' - I_3'' + I_3''' = 3$А; $I_4 = -I_4' - I_4'' + I_4''' = 1{,}5$ А;

$I_5 = I_5' + I_5'' + I_5''' = 6{,}5$ А

Проверку решений выполняем, применяя первый закон Кирхгофа для трех узлов.

Метод эквивалентного генератора

Определить ток ветви *ab*.

Определяем напряжение $U_{ab\,xx}$. При размыкании ветви *ab* исходная схема (см. рис. 1.2) преобразуется в схему, изображенную на рис. *1.7, а.*

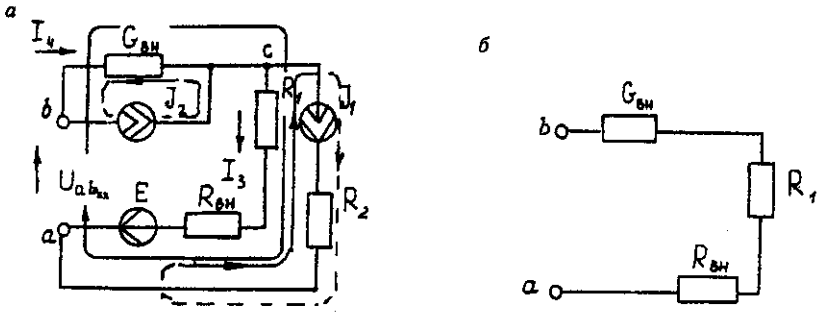


Рис. 1.7. Схема электрической цепи для метода эквивалентного генератора: *а* - исходная; *б* – преобразованная

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение электрического равновесия для контура *a-b-c-a,* не содержащего источников тока, обходя контур по часовой стрелке,

$$U_{ab\,xx} - J_2 * 1/G_{вн} - J_1 * (R_{вн} - R_1) = E \quad (1.8)$$

$U_{ab\,xx} = 8 - 1/0{,}5 - 3{,}5 * (9 + 3) = 65{,}5$; $U_{ab\,xx} = 123{,}5$ В.

Определяем входное сопротивление относительно зажимов выделенной ветви $U_{ab\,xx}$, при этом зажимы источника э. д. с. закорачиваем, а зажимы источников тока размыкаем. В результате получается электрическая цепь (рис. 1.7,6)

$U_{ab\,xx} = 1/G_{вн} + R_1 + R_{вн} = 17$ Ом;

$I_{ab} = U_{ab\,xx}(R_{вх\,ab} + R_3) = 123{,}5/(14 + 5) = 6{,}5$ А.

Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока.

На рис.2.1 представлена неразветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.1 приведены в табл. 2.1,

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение сопротивлений, построить диаграмму сопротивлений.

2. Составить комплексное уравнение напряжений, построить векторную диаграмму напряжений. Записать полное напряжение цепи в алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

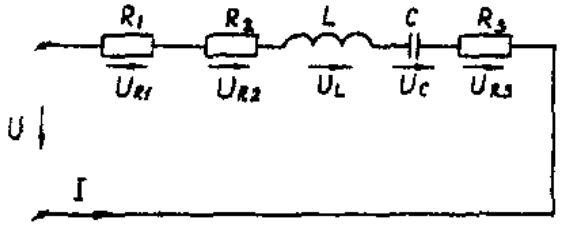


Рис. 2.1. Неразветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют индуктивное и емкостное сопротивления в цепи, Ом

$$X_L = \omega \cdot L$$
$$X_C = 1/\omega \cdot c \quad (2.1)$$

где ω — угловая частота переменного тока, ω = 314 $с^{-1}$. (При вычислении X_C размерность емкости С — Ф, 1Ф = 10^6 мкФ).

Вычисляют полное сопротивление цели в комплексной форме, Ом

$$\underline{Z} = R_1 + R_2 + jX_L - jX_C + R_3 \quad (2.2)$$

Вычисляют действующее значение тока в цепи по закону Ома, А

$$I = \frac{U_{R1}}{R_1} \quad \left(или \frac{U_{R3}}{R_3} \right) \quad (2.3)$$

Записывают комплекс тока в цепи при начальной фазе ψ_i=0 как İ = I, А.

Исходные данные к задаче

Таблица 2.1

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	8	10	0,478	636	10	80	-
2	8	15	0,0318	159	10	80	-
3	10	20	0,0636	318	12	100	-
4	10	25	0,0478	127	12	100	-

5	12	10	0,0318	159	6	120	-
6	12	15	0,0636	636	6	-	60
7	6	25	0,0478	106	8	-	80
8	6	10	0,0636	212	8	-	80
9	8	15	0,0636	79,6	10	-	100
10	8	20	0,0478	318	10	-	100
11	10	20	0,096	79,6	12	100	-
12	10	10	0,636	318	12	100	-
13	12	15	0,636	127	6	120	-
14	6	20	0,096	159	6	120	-
15	6	25	0,0478	159	8	60	-
16	8	10	0,0318	636	8	-	80
17	8	15	0,0636	106	10	-	100
18	10	20	0,0318	636	10	-	100
19	10	25	0,0478	79,6	12	-	120
20	12	10	0,096	212	12	-	120
21	8	10	0,096	212	6	80	-
22	8	15	0,048	636	6	80	-
23	10	20	0,0636	159	8	100	-
24	10	25	0,0478	318	8	100	-

Вычисляют напряжения на отдельных элементах цепи и всей цепи в комплексной форме, В

$$\dot{U} = \underline{Z}\dot{I} = R_1\dot{I} + R_2\dot{I} + jX_L\dot{I} - jX_C\dot{I} + R_3\dot{I} = \\ = U_{R1} + U_{R2} + jU_L - jU_C + U_{R3} \quad (2.4)$$

Вычисляют полную мощность цепи и мощность на элементах цепи в комплексной форме

$$S = \dot{U}\cdot\dot{I} = \underline{Z}I^2 = R_1I^2 + R_2I^2 + jX_LI^2 - jX_CI^2 + \\ + R_3I^2 = P_1 + P_2 + jQ_L - jQ_C + P_3 \quad (2.5)$$

Строят (раздельно) векторную топографическую диаграмму напряжений, диаграмму сопротивлений и мощностей на комплексной плоскости в соответствии с данными вычислений по формулам (2.4), (2.2), (2.5).

Комплексной плоскостью называется плоскость, проходящая через две взаимно-перпендикулярные оси, ось вещественных и ось мнимых чисел.

При построении диаграммы (например, напряжений) первоначально откладывают в масштабе (m_I) комплекс тока $\dot{I} = I(\psi_1)$ в положительном направлении оси вещественных чисел, затем откладывают в масштабе (m_u) напряжения U_{R1}, U_{R2}, $+jU_L$, U_{R3}, $-jU_C$. Замыкающий вектор U является вектором напряжения, приложенного к цепи. Он опережает по фазе ток при $X_L > X_C$ ($\varphi>0$) и отстает по фазе от тока при $X_L < X_C$ ($\varphi<0$).

На рис.2.1,а, рис.2.1,в, рис.2.1,с построены, соответственно диаграмма сопротивлений, векторная топографическая диаграмма напряжений и диаграмма мощностей для произвольно принятый значений сопротивлений цепи.

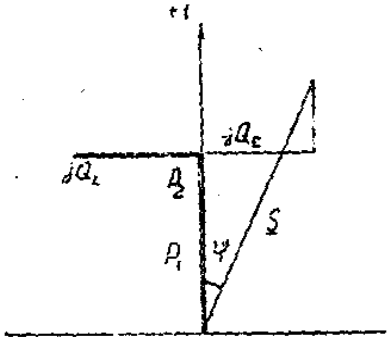


Рис. 2.1,с

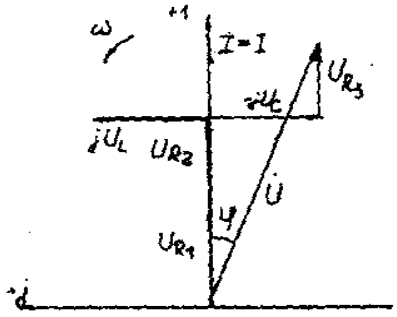


Рис. 2.1,в

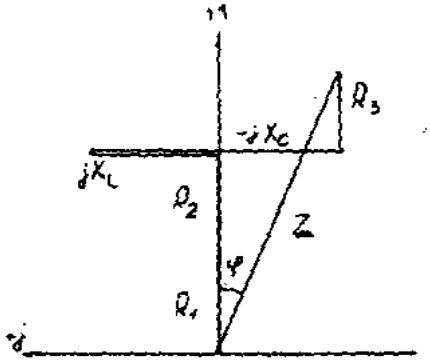


Рис. 2.1,а

2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока

На рис. 2.2 представлена разветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.2 приведены в табл. 2.2.

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение проводимостей. Построить диаграмму проводимостей.

2. Составить комплексное уравнение токов, построить векторную лиаграмму токов. Записать ток на входе цепи а алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t),\ f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

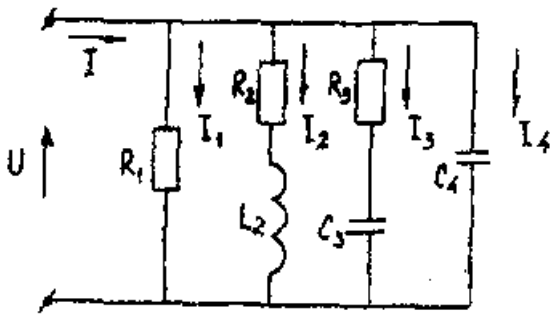


Рис. 2.2. Разветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют комплексы проводимостей параллельных ветвей

$$\underline{Y}_1 = 1/\underline{Z}_1 = 1/R_1 = g_1$$
$$\underline{Y}_2 = 1/\underline{Z}_2 = 1/(R_2 + jX_{L2}) = R_2/Z_2^2 - jX_{L2}/Z_2^2 = g_2 - jb_{L2} \quad (2.6)$$
$$\underline{Y}_3 = 1/\underline{Z}_3 = 1/(R_3 - jX_{C3}) = R_3/Z_3^2 - jX_{C3}/Z_3^2 = g_3 - jb_{C3}$$
$$\underline{Y}_4 = 1/\underline{Z}_4 = 1/(-jX_{C4}) = jb_{C4}$$

где g_1, g_2, g_3, b_{L2}, b_{C3}, b_{C4} — активная, активная, индуктивная, активная, емкостная, емкостная проводимости ветвей рассматриваемой цепи, См.

Вычисляют полную проводимость цепи в комплексной форме

$$\underline{Y} = g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \quad (2.7)$$

Записывают комплекс напряжения, приложенного к цепи при начальной фазе $\psi_u = 0$ как $\dot{U} = U$

Вычисляют полный ток цепи в комплексной форме (по первому закону Кирхгофа), А

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = U\underline{Y} = U\begin{bmatrix} g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + \\ + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \end{bmatrix} = \quad (2.8)$$
$$= I_{a1} + (I_{a2} - jI_{L2}) + (I_{a3} + jI_{C3}) + jI_{C4}$$

Исходные данные к задаче

Таблица 2.2

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	5	3	4	16	12	25	100
2	10	8	6	16	12	20	100
3	16,7	6	8	12	16	16,7	100
4	20	16	12	4	3	10	100
5	25	12	16	3	4	25	100
6	5	12	16	4	3	20	100
7	10	16	12	3	4	16,7	100
8	16,7	6	8	16	12	10	100
9	20	8	6	6	8	5	100
10	25	3	4	6	8	5	100
11	5	4	3	16	12	10	100
12	10	4	3	12	16	16,7	100
13	16,7	3	4	8	6	20	100
14	20	8	6	4	3	25	100
15	25	6	8	12	16	25	100
16	5	16	12	8	6	20	100
17	10	16	12	6	8	16,7	100
18	16,7	12	16	3	4	10	100
19	20	12	16	6	8	10	100
20	25	6	8	3	4	5	100
21	10	6	8	12	16	10	100
22	16,7	16	12	16	3	5	100
23	20	12	6	4	8	15	100
24	25	8	6	3	4	20	100

Вычисляют полную мощность цели в комплексной форме

$$S = \dot{U} \cdot \dot{I} = U\left[I_{a1} + \left(I_{a2} + jI_{L2}\right) + \left(I_{a3} - jI_{C3}\right) + jI_{C4}\right] = \quad (2.9)$$
$$= P_1 + \left(P_2 + jQ_{L2}\right) + \left(P_3 - jQ_{C3}\right) - jQ_{C4}$$

где İ - сопряженный комплекс тока. Сопряженный комплекс — это исходный комплекс у которого знак мнимой составляющей меняется на противоположный.

В соответствии с данными вычислений по формулам (2.7), (2.8), (2.9) строят на комплексных плоскостях раздельно диаграммы проводимостей, токов и мощностей.

Первоначально откладывают в масштабе (m_u) комплекс напряжений $\mathring{U} = U$ ($\psi_u=0$) в положительном направлении оси вещественных чисел, затем (например для векторной диаграммы токов), откладывают в масштабе (m_i) токи I_{a1}, I_{a2}, $-jI_{L2}$, I_{a3}, $+jI_{C4}$. Полный ток цепи (замыкающий вектор) отстает по фазе от напряжения при $b_{L2} > (b_{C3}+b_{C4})$ ($\varphi>0$) и опережает по фазе напряжение при $b_{L2} < (b_{C3}+b_{C4})$ ($\varphi<0$)

На рис.2.2,а, рис.2.2,в, рис.2.2,с построенных, соответственно, диаграмма проводимостей, векторная диаграмма токов и диаграмма мощностей для произвольно принятых значений проводимостей цепи.

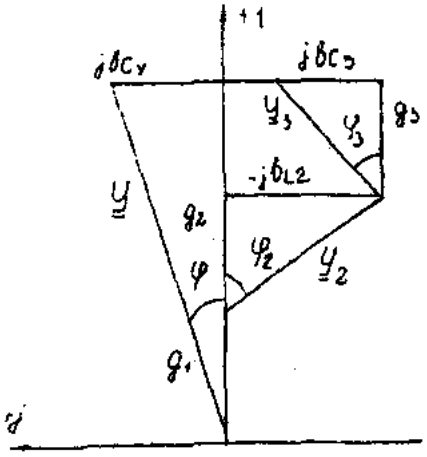


Рис. 2.2.а

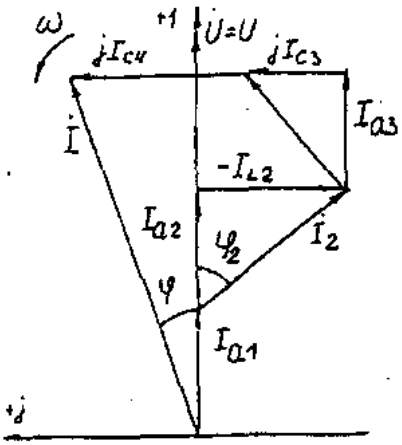


Рис. 2.2.в

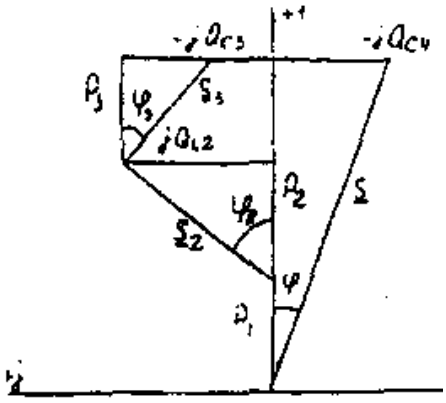


Рис. 2.2.с

2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 2.3) с известными параметрами (табл. 2.4) определить токи в ветвях и полный ток, напряжение на участках цепи, мощности активные, реактивные и полные отдельных ветвей и всей цепи. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

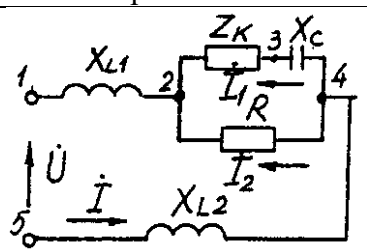
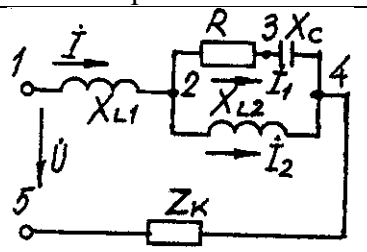
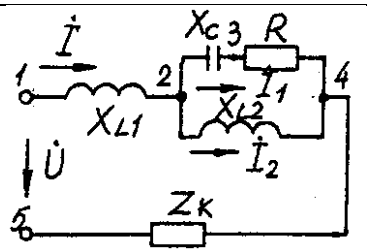
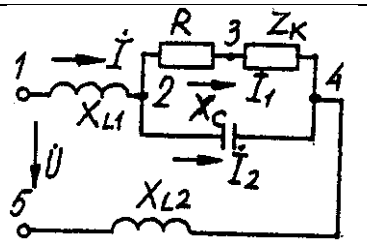
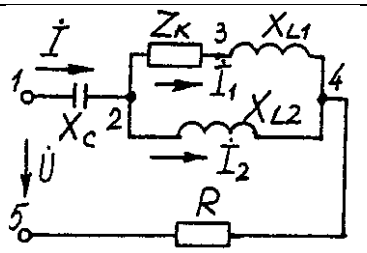
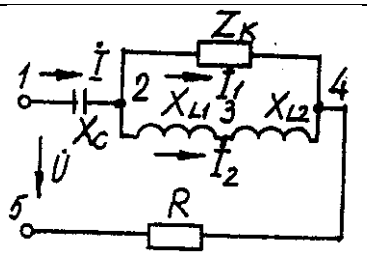
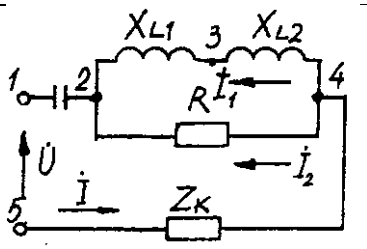
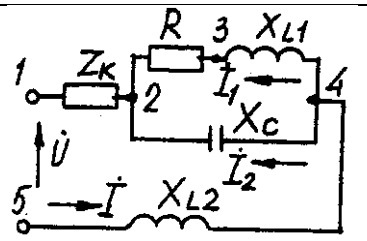
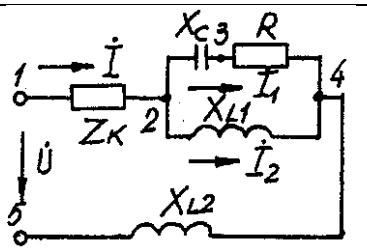
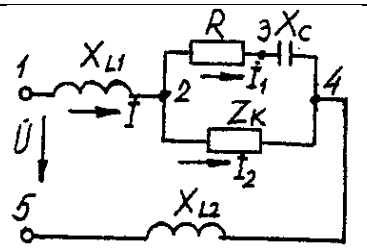
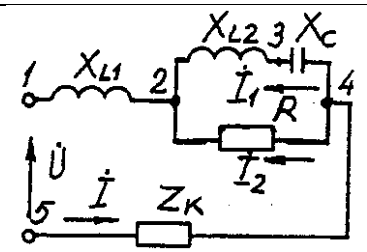
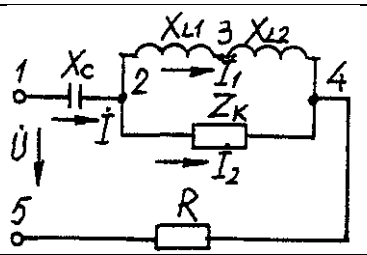
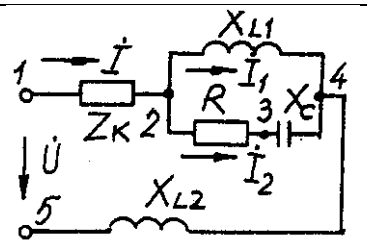
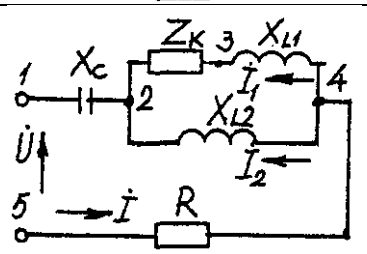
Методические указания.

Решить задачу, используя символический метод расчета для действующих значений напряжений и токов.

Вектор приложенного к цепи напряжения рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е. $U=U$.

Заданную задачу, можно решить, используя метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа, метод преобразования электрической схемы или другие известные методы.

Таблица 2.3.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	

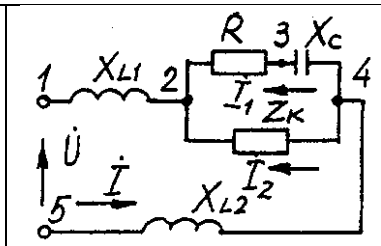
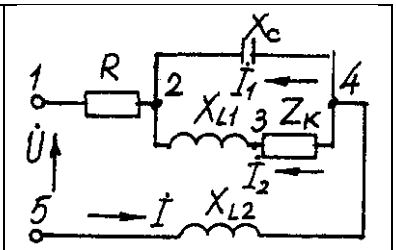
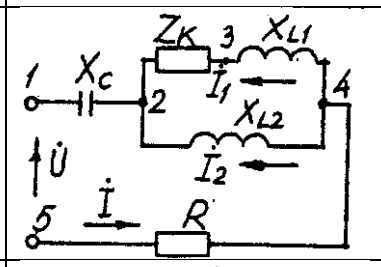
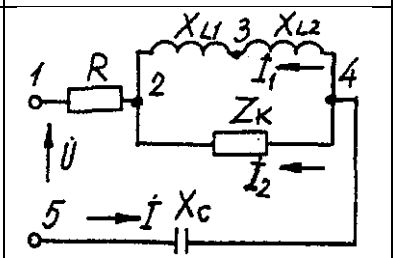
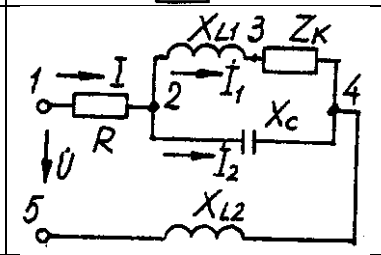
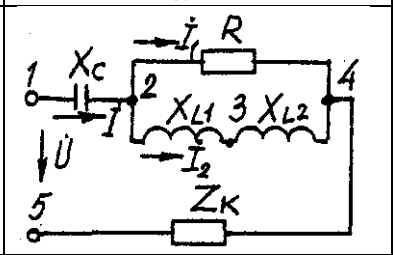
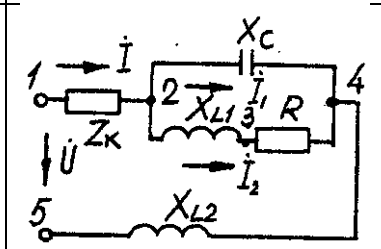
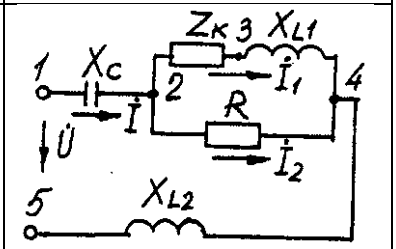
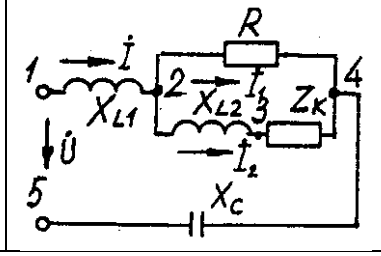
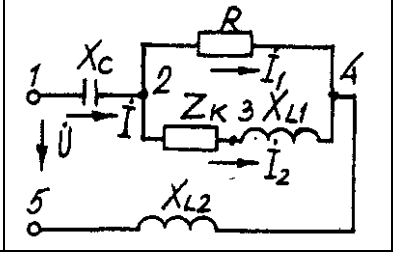
8		20	
9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

Таблица 2.4

Номер вариа-нта	Значение параметров						
	U, В	R, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_C, Ом	R_K, Ом	X_{LK}, Ом
1	160	18	23	10	8	15	7
2	180	30	23	18	43	13	12
3	200	12	46	31	18	10	20
4	260	2	14	27	13	9	12
5	100	14	12	15	31	21	14
6	380	19	16	27	15	15	16
7	140	13	62	3	35	12	22
8	120	8	25	3	14	10	11
9	220	3	8	26	4	6	33
10	20	16	40	25	44	6	7
11	400	16	2	35	55	11	16
12	240	31	7	23	14	2	7
13	320	19	22	10	17	9	12
14	380	20	19	20	23	9	42
15	60	21	63	7	29	8	37
16	40	44	32	12	54	16	10
17	300	35	36	27	33	71	27
18	280	11	51	14	7	21	34
19	80	13	64	82	25	12	46
20	240	16	42	11	91	46	9
21	100	16	18	23	13	10	24
22	200	7	5	18	38	14	20
23	180	21	22	14	25	6	11
24	160	24	92	46	85	27	10

Пример решения задачи

Для заданной электрической цепи (рис. 2.3) с параметрами: U=100 В; $R_к$ =6 Ом; X_{L1}= 6 Ом; R_1 = 8 Ом; X_C=6 Ом; X_C=10 Ом; X_{L2} =11 Ом определить токи в ветвях, напряжения на участках цепи, активные, реактивные и полные мощности. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

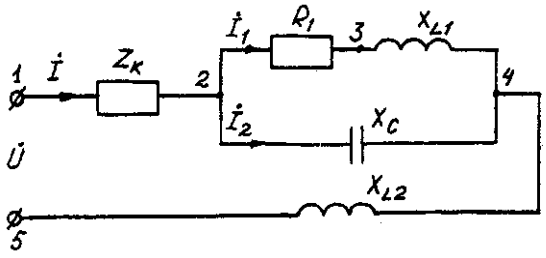


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

Задаемся условным положительным направлением токов в ветвях. Выбираем два независимых контура (1-2-3-4-5-1, 2-3-4-2). Для определения трех неизвестных токов *(İ, $İ_1$, $İ_2$)*, составляем систему (2.1) из трех уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа (одно по первому и два по второму законам) в комплексной форме:

$$\left.\begin{array}{l} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{I}(R_к + jX_{Lк}) + \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) + \dot{I}\,jX_{L2} = \dot{U}; \\ \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) - \dot{I}_2(-jX_C) = 0. \end{array}\right\} \quad (2.10)$$

$$\left.\begin{array}{l} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{I}(6 + j6) + \dot{I}_1(8 + j6) + \dot{I}\,j11 = 100; \\ \dot{I}_1(8 + j6) - \dot{I}_2(-j10) = 0. \end{array}\right\} \quad (2.11)$$

Определяем токи в ветвях, решая систему уравнений(2.11), А

$İ_1=(-1-j5,5)=5,59e^{-j100°}$,

$İ_2=(5-j2,5)=5,59e^{j27°}$,

$İ=(4-j3)=5e^{-j37°}$А.

Определяем падения напряжения на отдельных участках цепи, В:

$\mathring{U}_{12}=İ*\underline{Z}_К=(4-j3)(6+j6)=(42+j6)=42,4e^{j8°}$;

$\mathring{U}_{23}=İ_1*R_1=(-1-j5,5)8=(8-j44)=42^{-j100°}$;

$\mathring{U}_{34}=İ_1*jX_{L1}=(-1-j5,5)j6=(33-j6)=33,54e^{-j10°}$;

$\mathring{U}_{24}=(25-j50)=55,9e^{-j63°}$;

$\mathring{U}_{45}=İ*jX_{L2}=(4-j3)j11=(33+j44)=55e^{53°}$.

Проверка решений, В:

$\mathring{U} = \mathring{U}_{12} + \mathring{U}_{23} + \mathring{U}_{34} + \mathring{U}_{45} = 100$.

Определяем мощности, ВА:

$\underline{S}_{12}= \mathring{U}_{12}\cdot Ï=42,4\ e^{j8°}\cdot 5e^{j37°}=212e^{j45°}=150+j150$;

$\underline{S}_{24} = \mathring{U}_{24}Ï_1 + \mathring{U}_{24}\cdot Ï_2=55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{j100°}+55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{-j27°}=313e^{j37°}+313e^{-j90°}=250+j188-j313;$

$\underline{S}_{45}= \mathring{U}_{45}\cdot Ï=55\ e^{j53°}\cdot 5e^{j37°}=275e^{j90°}=j275$;

$\underline{S} = \underline{S}_{12} + \underline{S}_{24} + \underline{S}_{45}=150+j150+250+j188-j313+j275=400+j613-j313=P+jQ_L - jQ_C.$

$\underline{S} = \mathring{U}\cdot Ï=100\ 5e^{j37°}=500e^{j37°}=(400+j300).$

где Ï- сопряженные комплексы токов.

Строим векторные диаграммы токов и напряжений (рис. 2.4).

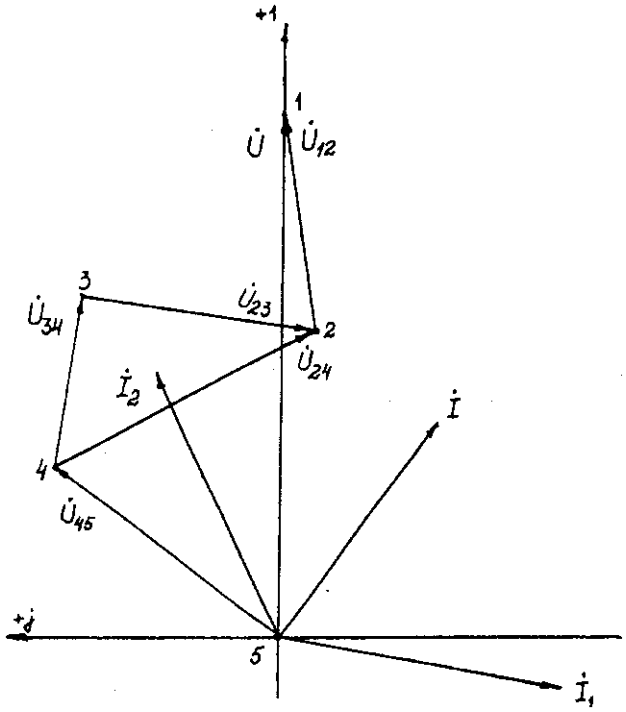


Рис. 2.4. Векторная диаграмма токов и напряжений

Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивлени е фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	127	10	-	-	-	-	127	3	4	-
2	127	3	-	4	10	-	-	-	12,7	-
3	127	-	-	10	4	3	-	12,7	-	-
4	127	3	4	-	-	-	10	12,7	-	-
5	220	20	-	-	6	8	-	12	-	16
6	220	-	-	22	20	-	-	16	12	-
7	220	20	-	-	6	8	.	8	-	6
8	220	20	-	-	16	-	12	12	16	-
9	380	50	-	-	-	-	30	-	-	190
10	380	-	-	50	16	12	-	-	-	38
11	380	12	16	-	38	-	-	16	12	-
12	380	38	-	-	15	-	20	20	20	-
13	127	-	-	12,7	10	-	-	4	3	.
14	127	12,7	-	-	4	3	-	б	-	8
15	127	3	4	-	-	-	10	-	-	12,7
16	127	8	6	-	3	-	4	12,7	-	-
17	220	20	-	-	-	-	22	8	б	-
18	220	6	-	8	22	-	-	-	-	22
19	220	16	12	-	-	-	20	22	-	-
20	220	-	-	22	-	-	22	22	-	-
21	380	38	-	-	-	-	38	-	38	-
22	380	-	10	-	16	12	-	38	-	-
23	380	20	-	-	-	-	20	-	20	-
24	380	38	-	-	20	15	-	15	-	20

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.1) с известными параметрами (табл. 3.1) определить токи и напряжения в четырехпроводной цепи. Вычислить активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

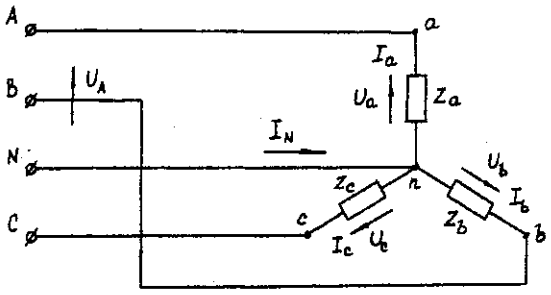


Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

Определить фазные напряжения и токи после обрыва нейтрального провода. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Для четырехпроводной звезды напряжения фаз генератора (источника) и приемника принять равными (т. е. пренебречь потерями в соединительных проводах).

Вектор напряжения фазы "А" генератора рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел *($\mathring{U}_A = U$).*

Трехфазную систему фазных и линейных напряжений генератора принять симметричной (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга на 120°).

Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка включена четырехпроводной звездой. Фазное напряжение генератора $\mathring{U}_A$ = 220 В; $\underline{Z}_a$= 22 Ом; $\underline{Z}_b$ = (16 +j12) =$20e^{j37^\circ}$ Ом; $\underline{Z}_c=(12-j16)=20e^{-j53^\circ}$ *Ом.*

Определить токи в фазах и нейтральном проводе, мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов. Решение произвести для двух режимов:

а) нейтральный провод исправен; б) нейтральный провод оборван.

а). Нейтральный провод исправен.

$\mathring{U}_a = \mathring{U}_A$=220В;

$\mathring{U}_b = \mathring{U}_B = 220e^{-j120^\circ} = (-110-j190)$ *В;*

$\mathring{U}_c = \mathring{U}_C = 220e^{j120}(-110+j190)$ *В.*

$\dot{I}_a = \mathring{U}_a/\underline{Z}_a = 220/22 = 10$ *А;*

$\dot{I}_b = \mathring{U}_b/\underline{Z}_b = 220e^{-j120^\circ}/20e^{j37^\circ} = 11e^{-j157^\circ} = (-10,13-j4,3)$ *А;*

$\dot{I}_c = \mathring{U}_c/\underline{Z}_c = 220e^{j120^\circ}/20e^{-53^\circ} = 11e^{j173^\circ} = (-10,92+j1,34)$ *А.*

$\dot{I}_N = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 10+(-10,13-j4,3)+(-10,92+j1,34) = (-11,05-j2,96) = 11,44e^{-j165^\circ}$ *А.* (3.1)

$\underline{S}^{(3)} = \underline{S}_a + \underline{S}_b + \underline{S}_c = \mathring{U}_a\dot{I}_a + \mathring{U}_b\dot{I}_b + \mathring{U}_c\dot{I}_c = 220*10 + 220e^{-120^\circ}11e^{j157^\circ} + 220e^{j120^\circ}11e^{j173^\circ} = 2200 + 2420e^{j37^\circ} + 2420e^{-j53^\circ} = 2200 + (1933+j1456) + (1456-j1933) = (5589-j477) = 5610e^{-j5^\circ}$ *ВА.*

Векторная диаграмма напряжений и токов представлена на рис. 3.2.

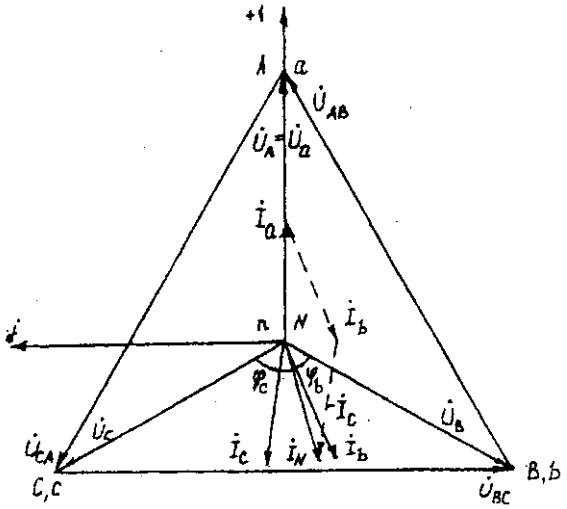


Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

б). Нейтральный провод оборван.

Четырехпроводная звезда преобразуется в трехпроводную звезду, поэтому между нейтральными точками генератора и несимметричной нагрузки появляется напряжение смещения U_{nN}, вычисляемое по формуле:

$U_{nN}=(U_A\underline{Y}_a+ U_B\underline{Y}_b + U_C\underline{Y}_c)/(\underline{Y}_a+ \underline{Y}_b + \underline{Y}_c)$. (3.2)

Проводимости фаз нагрузки, См

$\underline{Y}_a$ =1/Z_a= 1/22 =0,045;

$\underline{Y}_b = 1/ Z_b = 1/ 20e^{j37^\circ} = 0,05e^{-j37^\circ}=(0,04 –j0,03)$;

$\underline{Y}_c = 1/ Z_c = 1/20e^{-j53^\circ} = 0,05e^{j53^\circ} = (0,03 +j0,04)$.

Вычисления упрощаются, если в числителе формулы (3.2) использовать значение I_N из предыдущего расчета при исправном нейтральном проводе

$\mathring{U}_{nN}$ = (-11,05 -j2,96) / [0,045 + (0,04 -j0,03) + (0,03 +j0,04)] = $11,44e^{-j165^\circ}/0,1154e^{j5^\circ}=99e^{-j170^\circ}$ = (-97,5 -j17,2) В.

Вычисляем напряжения фаз нагрузки, В

$\mathring{U}_a = \mathring{U}_A- \mathring{U}_{nN}= 220-(-97,5 -j17,2) = (317,5 +j17,2)=318\ e^{j3^\circ}$;

$\mathring{U}_b = \mathring{U}_B- \mathring{U}_{nN}=(-110 -j190)-(-97,5 -j17,2)=(-12,5 -j172,8)=173,3e^{-j94^\circ}$;

$\mathring{U}_c=\mathring{U}_C- \mathring{U}_{nN}= (-110+j190) - (-97,5 -j17,2)=(-12,5+j207,2)=207,4e^{j94^\circ}$.

Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки представлена на рис. 3.3.

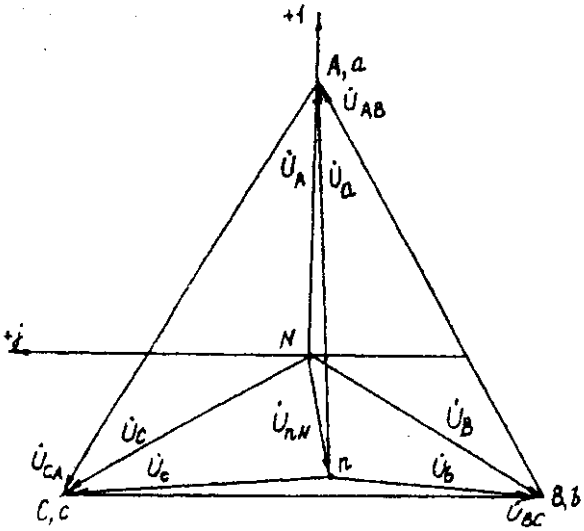


Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивление фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	220	6	8	-	-	-	20	22	-	-
2	220	20	-	-	12	16	-	16	-	12
3	220	-	-	10	3	-	4	8	6	-
4	220	-	22	-	-	-	22	22	-	-
5	380	19	-	.	12	-	16	20	15	-
б	380	-	-	38	15	-	20	20	-	-
7	380	20	15	-	38	-	-	24	-	32
8	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
9	220	-	-	22	-	22	-	22	-	-
10	220	20	-	-	20	-	-	-	-	20
11	220	-	-	10	6	8	.	8	-	б
12	220	3	4	-	-	-	5	4	3	-
13	380	12	16	-	16	-	12	20	-	-
14	380	-	-	19	19	-	-	-	19	-
15	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
16	380	20	15	-	15	-	20	20	-	-
17	220	-	-	20	20	-	.	-	20	-
18	220	12	-	16	16	12	-	20	-	-
19	220	-	-	5	6	8	-	8	-	б
20	220	6	8	-	8	-	6	10	-	-
21	380	24	32	-	19	.	-	32	-	24
22	380	-	-	38	32	24	-	24	.	32
23	380	38	-	-	-	38	-	-	-	38
24	380	-	38	-	24	-	32	19	-	-

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.4) с известными параметрами (табл. 3.2) определить линейные и фазные токи.

Вычислить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

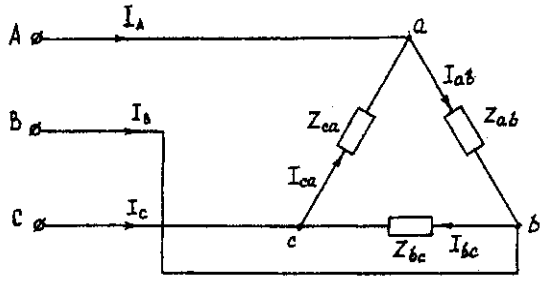


Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Фазные напряжения приемника принять равными линейным напряжениям генератора (т. е. сопротивлениями соединенных проводов пренебречь).

Вектор линейного напряжения $\mathring{U}_{AB}$ рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е. $\mathring{U}_{ab} = \mathring{U}_{AB}$

Трехфазную систему линейных и фазных напряжений генератора и приемника принять как симметричную трехфазную систему напряжений (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга по фазе на 120°).

Последовательность решения.

Начертить схему, конкретизируя нагрузку фаз приемника в соответствии с заданием.

Записать комплексы фазных напряжений приемника

$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=U$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=Ue^{-j120^\circ}$$
$$\mathring{U}_{ca}=\mathring{U}_{CA}=Ue^{j120^\circ}$$

Вычислить фазные токи приемника по формулам:

$$\dot{I}_{ab}=\mathring{U}_{ab}/\underline{Z}_{ab};$$
$$\dot{I}_{bc}=\mathring{U}_{bc}/\underline{Z}_{bc};$$
$$\dot{I}_{ca}=\mathring{U}_{ca}/\underline{Z}_{ca}.$$

Вычислить линейные токи по формулам:

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{ab}-\dot{I}_{ca};$$
$$\dot{I}_B=\dot{I}_{bc}-\dot{I}_{ab};$$
$$\dot{I}_C=\dot{I}_{ca}-\dot{I}_{bc}.$$

Вычислить активную мощность цепи по формуле

$$P^{(3)}=P_{ab}+P_{bc}+P_{ca}=Re(\mathring{U}_{ab}\dot{I}_{ab})+Re(\mathring{U}_{bc}\dot{I}_{bc})+Re(\mathring{U}_{ca}\dot{I}_{ca})$$

Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка соединена треугольником. Задано линейное напряжение генератора $\mathring{U}_{AB}$ = 380В, $\underline{Z}_{ab} = 22$ *Ом,* $\underline{Z}_{bc}$=(16 +j12) Ом, Z_{CA} = (16 *–j12)* Ом. Определить фазные и линейные токи, активную мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Записываем комплексы фазных напряжений приемника, В

$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=380;$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=380e^{-j120^\circ};$$
$$\mathring{U}_{ca}=\mathring{U}_{CA}=380e^{j120^\circ}.$$

Вычисляем фазные токи приемника по формулам, А:

$$\dot{I}_{ab}=\mathring{U}_{ab}/\underline{Z}_{ab}=380/22=17{,}3;$$
$$\dot{I}_{bc}=\mathring{U}_{bc}/\underline{Z}_{bc}=380e^{-j120^\circ}/(16+j12)=(-17{,}5-j7{,}5)=19e^{-j157^\circ};$$
$$\dot{I}_{ca}=\mathring{U}_{ca}/\underline{Z}_{ca}=380e^{j120^\circ}/(16-j12)=(-17{,}5+j7{,}5)=19e^{j157^\circ}.$$

Вычисляем линейные токи по формулам, А:

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{ab}-\dot{I}_{ca}17{,}3-(-17{,}5+j7{,}5)=(34{,}8-j7{,}5)=35{,}6e^{-j12^\circ};$$
$$\dot{I}_B=\dot{I}_{bc}-\dot{I}_{ab}=(-17{,}5+j7{,}5)-17{,}3=(34{,}8-j7{,}5)=35{,}6e^{-j168^\circ};$$
$$\dot{I}_C=\dot{I}_{ca}-\dot{I}_{bc}=(-17{,}5+j7{,}5)-(-17{,}5+j7{,}5)=j15.$$

Вычисляем активную мощность цепи по формуле , Вт:

$$P^{(3)}=P_{ab}+P_{bc}+P_{ca}=Re(\mathring{U}_{ab}\dot{I}_{ab})+Re(\mathring{U}_{bc}\dot{I}_{bc})+Re(\mathring{U}_{ca}\dot{I}_{ca})=Re(380\cdot 17{,}3)+Re(380e^{-j120^\circ}\cdot 19e^{j157^\circ})+Re(380e^{j120^\circ}\cdot 19e^{-j157^\circ})=6600+5776+5776=18152.$$

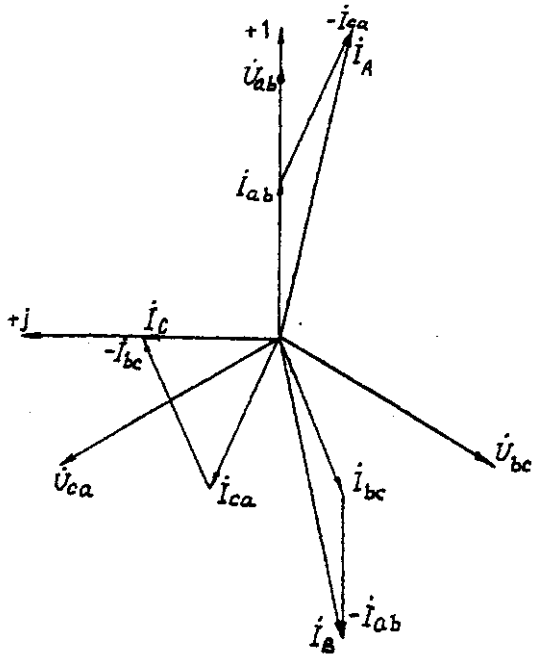


Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов

Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Номер вариан-та	Исходные данные					
	$U_Л$, В	$Z_{Л1}$, Ом	$Z_{Л2}$, Ом	Z_2, Ом	P_1, кВт	$\cos\varphi_1$
1	127	0,8	1,4+ j1,0	4+ j6	3	0,7
2	220	0,9	1,2+j1,4	6+j8	5	0,5
3	380	0,7	1,6+j1,4	9+j12	6	0,8
4	660	0,2	1,8+j2,0	16+j16	18	0,9
5	127	1,2	1,0+j1,4	4+ j3	4	0,5
б	220	1,1	1,4+j1,2	6+j10	б	0,6
7	380	0,9	1,6+j1,2	10+j14	8	0,7
8	660	0,7	1,8+j1,6	18+j16	16	0,8
9	127	1,0	1,2+j1,0	2+ j3	3	0,5
10	220	1,3	1,4+j1,8	7+ j6	б	O,5
11	380	0,8	1,0+j1,8	12+j16	10	0,5
12	660	0,3	1,8+j1,4	16+j20	14	0,7
13	127	1,4	1,4+j2,0	5+ j3	4	0,6
14	220	1,5	1,6+j1,0	8+j6	5	0,6
15	380	0,6	1,2+j1,6	16+j8	8	0,6
16	660	0,4	1,8+j1,2	20+j20	12	0,6
17	127	0,6	1,0+j1,6	5+j4	2	0,5
18	220	1,6	1,2+j2,0	9+ j6	8	0,5
19	380	0,5	1,8+j1,0	12+j10	14	0,8
20	660	0,5	1,6+j2,0	20+j24	10	0,6
21	127	0,4	1,2+j1,8	6+j4	2	0,7
22	220	1,8	1,2+j1,6	9+j7	7	0,8
23	380	0,7	1,0+j1,2	14+j10	12	0,8
24	660	0,6	1,6+j1,8	18+j24	16	0,7

Условие задачи.

К зажимам симметричного трехфазного источника энергии присоединены два симметричных приемника (рис. 4.1). Первый из них соединен по схеме «звезда», потребляет активную мощность P_1 при коэффициенте мощности $\cos\varphi$ ($\varphi_1 > 0$) и подключен непосредственно к зажимам источника. Второй приемник соединен по схеме "треугольник", имеет нагрузку в каждой фазе Z_2 и подключен к источнику энергии через линию электропередачи с сопротивлением $Z_{Л2}$.

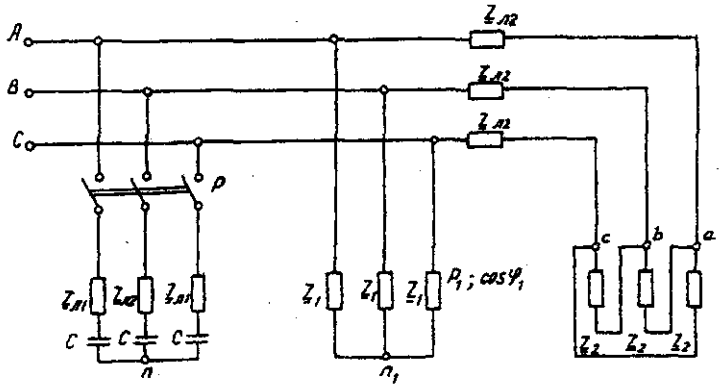


Рис. 4.1. Электрическая схема трехфазных потребителей

Для повышения коэффициента мощности приемников до единицы к тому же источнику через линию электропередачи с сопротивлением $Z_{Л1}$ в каждой фазе подключается батарея конденсаторов С, соединенная по схеме "звезда".

Определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Методические указания.

Задачу решить комплексным методом, совместив один из векторов фазного или линейного напряжений источника энергии с положительным направлением оси вещественных чисел. Для определения линейных и фазных токов и напряжений второго приемника рекомендуется провести эквивалентные преобразования треугольника в звезду.

Последовательность решения.

Записать линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме. Провести соответствующие эквивалентные преобразования второго приемника. Определить линейные токи приемников при отключенной батарее конденсаторов. Определить падение напряжений в проводах линии электропередачи $Z_{Л2}$. Определить фазные токи второго приемника. Определить реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы. Определить емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Определить линейные токи источника энергии при включении батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника энергии и приемников.

Пример решения задачи

Для заданной электрической схемы трехфазных потребителей (рис. 4.1) по известным параметрам: $U_Л$= 220 В; $\underline{Z}_{Л1}$= 1,7 Ом; $\underline{Z}_{Л2}$= (1,4+j1,6) Ом; $\underline{Z}_2$= (9+j7) Ом; P_1= 4 Вт; cos φ_1=0,7; определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии.

1. Выразим линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме, В

$$U_ф=\frac{U_Л}{\sqrt{3}}=\frac{220}{\sqrt{3}}=127.$$

Вектор фазного напряжения источника венных чисел, тогда, В

$\mathring{U}_A$ направим по оси вещественных чисел, тогда, В

$$\mathring{U}_A=\mathring{U}_Ф=127;$$
$$\mathring{U}_B=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_C=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{AB}=\mathring{U}_A-\mathring{U}_B=127\cdot 127\cdot e^{-j120°}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{CA}=\mathring{U}_C-\mathring{U}_A=127\cdot e^{j120°}-127=220e^{j150}.$$

2. Преобразуем треугольник сопротивлений *a,b, c* второго приемника (рис. 4.2) в эквивалентную звезду, Ом

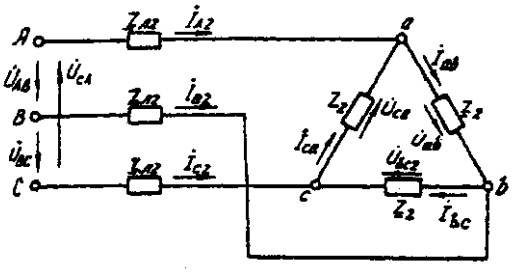


Рис. 4.2. Треугольник сопротивлений второго приемника

Поскольку приемник симметричный, то сопротивление фазы эквивалентной звезды в три раза меньше сопротивления фазы треугольника.

Для симметричных приемников, соединенных в звезду, потенциалы нулевых точек должны быть одинаковыми. В связи с этим дальнейший расчет выполним для одной фазы (фазы А) (рис. 4.3).

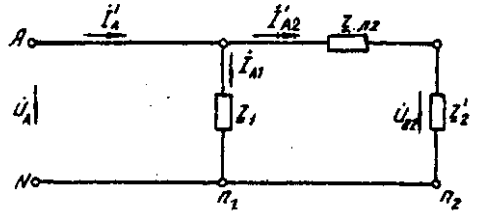


Рис. 4.3. Расчетная схема токов в фазе А

Полное сопротивление фазы эквивалентной звезды с учетом сопротивления линия $Z_{Л2}$ равно, Ом.

3. Определить линейные и фазные токи и напряжения второго приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Фазные токи эквивалентной звезды, А:

$$\dot{I}_{A2}=\frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}_2}=\frac{12}{5{,}9e^{j41°48'}}=21{,}52e^{-j41°48'};$$

$$\dot{I}_{B2}=21{,}52e^{-j161°48'};$$

$$\dot{I}_{C2}=21{,}52e^{-j78°12'}.$$

Фазные токи эквивалентной звезды (рис. 4.4) равны линейным токам треугольника второго приемника (см. рис. 4.2).

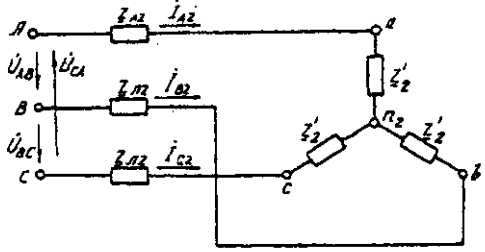


Рис. 4.4. Эквивалентная звезда второго приемника

Фазные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{a2}=\dot{U}_A-\dot{I}_{A2}\cdot\underline{Z}_{л2}=127\text{-}21{,}52e^{-j41°48'}\cdot 2{,}13e^{j48°49'}=81{,}59-j5{,}58=81{,}78e^{-j3°55'};$

$\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j123°55'};$

$\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{j116°05'}.$

Линейные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{ab2}=\dot{U}_{a2}-\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j3°55'}-81{,}78e^{-j123°55'}=141{,}65e^{j26°05'};$

$\dot{U}_{bc2}=\dot{U}_{b2}-\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{-j123°55'}-81{,}78e^{-j116°05'}=141{,}65e^{-j93°55'};$

$\dot{U}_{ca2}=\dot{U}_{c2}-\dot{U}_{a2}=81{,}78e^{j116°05'}-81{,}78e^{-j3°55'}=141{,}65e^{j146°05'}.$

Линейные напряжения эквивалентной звезды равны фазным напряжениям треугольника сопротивлений второго приемника (см. рис. 4.2). Фазные токи второго приемника, А:

$$\dot{I}_{ab}=\frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_2}=\frac{141{,}65e^{j116°05'}}{9+j7}=\frac{141{,}65e^{j116°05'}}{11{,}4e^{j37°52'}}=12{,}42e^{-j11°47'};$$

$$\dot{I}_{bc}=12{,}42e^{-j131°47'};$$

$$\dot{I}_{ca}=12{,}42e^{-j108°13'}.$$

Полная мощность одной фазы второго приемника с учетом сопротивления линии электропередачи $\underline{Z}_{Л2}$ равна, ВА:

$$S_2=U_A\cdot I_{A2}=127\cdot 21{,}52e^{j41°48'}=2733e^{j41°48'}=(2037+j1822);$$

$$P_г=2037\text{ Вт};\ Q_2=1822\text{ ВА}.$$

4. Определим линейные и фазные напряжения и токи первого приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Так как первый приемник подключен напрямую к источнику электрической энергии ($Z_Л = 0$), то фазные и линейные напряжения приемника равны фазным и линейным напряжениям генератора, В:

$$\mathring{U}_{a1}=\mathring{U}_1=127;$$
$$\mathring{U}_{b1}=\mathring{U}_B=127e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_{c1}=\mathring{U}_C=127e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=220e^{-j90°};$$
$$\mathring{U}_{ca1}=\mathring{U}_{CA}=220e^{j150°};$$

Для приемника, соединенного в звезду, фазные токи равны линейным $I_Ф=I_Л$. Определяем модуль фазного тока первого приемника, А:

$$I_Ф=\frac{P_1}{3U_Ф\cos\varphi_1}=\frac{4000}{3\cdot127\cdot0{,}7}=15$$

Определяем угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника:

$$\cos\varphi_1=0{,}7;\ \varphi_1=45°34',\ (\varphi_1>0).$$

Записываем выражения фазных токов первого приемника в комплексной форме. Так как угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника известен, то начальная фаза тока, например фазы А, равна

$$\Psi_{IA}=\Psi_{UA}-\varphi_1=0-45°34'=-45°34'$$

Следовательно,

$$\dot{I}_{A1}=15\cdot e^{-j45°34'};$$
$$\dot{I}_{B1}=15\cdot e^{-j165°34'};$$
$$\dot{I}_{C1}=15\cdot e^{-j74°26'};$$

Полная мощность одной фазы первого приемника:

$$\dot{S}_1=\dot{U}_A\cdot\dot{I}_{A1}=127\cdot15\cdot e^{j45°34'}=1905\ e^{j45°34'}=(1333+j360)\ ВА;$$
$$P_1=1333\text{кВт};\ Q_1=1360\ \text{В}\cdot\text{А}.$$

5. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при отключенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.3), А:

$$\dot{I}'_A=\dot{I}'_{A1}+\dot{I}'_{A2}=15\cdot e^{-j45°34'}+21{,}52e^{-j41°48'}=$$
$$=10{,}5-j10{,}7+16-j14{,}3=26{,}5-j25=36{,}5e^{-j43°21'};$$
$$\dot{I}'_B=36{,}5e^{-j163°21'};$$
$$\dot{I}'_C=36{,}5e^{-j79°39'}.$$

6. Определяем реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, ВА:

$$Q_c=Q_1+Q_2=1360+1822=3182.$$

7. Определяем емкостное сопротивление в фазе батареи конденсаторов, Ом:

$$Q_c=I^2X_c=\left(\frac{U}{Z}\right)^2\cdot X_c=\frac{U^2X_c}{Z^2}=\frac{U^2X_c}{R_{Л1}^2+X_c^2};$$

где $Z=\sqrt{R_{Л1}^2+X_c^2}$ - модуль полного сопротивления в фазе батарея конденсаторов с учетом сопротивления линии $\underline{Z}_{Л1}=R_{Л1}$.

$$X_c^2-\frac{U^2}{Q_c}X_c+R_{Л1}^2=0;$$

$$X_{c1,2}=\frac{U^2}{2Q_c}\pm\sqrt{\left(\frac{U^2}{2Q_c}\right)^2-R_{Л1}^2}=\frac{127^2}{2\cdot3182}\pm\sqrt{\left(\frac{127^2}{2\cdot3182}\right)^2-1{,}7^2}=(2{,}53\pm1{,}88);$$

$$X_{c1}=4{,}41;\ X_{c2}=0{,}65.$$

Следовательно, режиму полной компенсации реактивной мощности удовлетворяют два значения емкостного сопротивления. Принимаем большее, так как, во-первых, большему сопротивлению соответствует меньший ток в фазе батареи конденсаторов и, соответственно, меньшие потери активной мощности на сопротивлении $\underline{Z}_{Л1}=R_{Л1}$. Во-вторых, большее значе-

ние емкостного сопротивления определяет меньшую емкость батареи конденсаторов, необходимую для компенсации реактивной мощности приемников.

8. Определяем емкость в фазе батареи конденсаторов, Ф

$$C = \frac{1}{X_c \cdot \omega} = \frac{1}{X_c \cdot 2\pi f} = \frac{1}{4{,}41 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50} = 7{,}22 \cdot 10^{-4}$$

При этом полное сопротивление в фазе батареи конденсаторов с учетом сопротивления линии $Z_{л1}$ (рис. 4.5) равно, Ом:

$\underline{Z}=\underline{Z}_{л1}-jX_C = 1{,}7 - j4{,}41 = 4{,}73e^{-j68°55'}$.

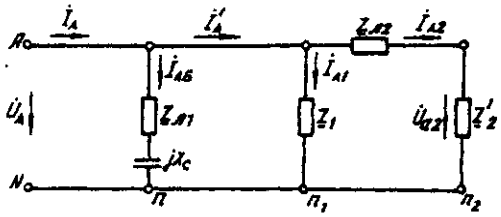


Рис. 4.5. Расчетная схема токов в фазе А с учетом батареи конденсаторов

9. Определяем фазные токи батареи конденсаторов, А:

$$\dot{I}_{Аб} = \frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}_б} = \frac{127}{4{,}73e^{-j68°55'}} = 9{,}66 + j25 = 26{,}85e^{68°55'};$$

$$\dot{I}_{Вб}=26{,}85e^{j51°05'}\text{А};\ \dot{I}_{Сб}=26{,}85e^{j188°55'}.$$

10. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при включенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.5), А;

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{Аб}+\dot{I}'_A=9{,}66+j25+26{,}5-j25=36{,}16;$$

$$\dot{I}_B=36{,}16e^{-j120°};\ \dot{I}_C=36{,}16e^{j120°}.$$

Данные расчета показывают, что фазные токи и напряжения источника совпадают по фазе. Следовательно, параметр емкости С в фазе батареи конденсаторов, необходимый для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, выбран верно.

11. Строим векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для источника и приемников электрической энергии (рис. 4.6).

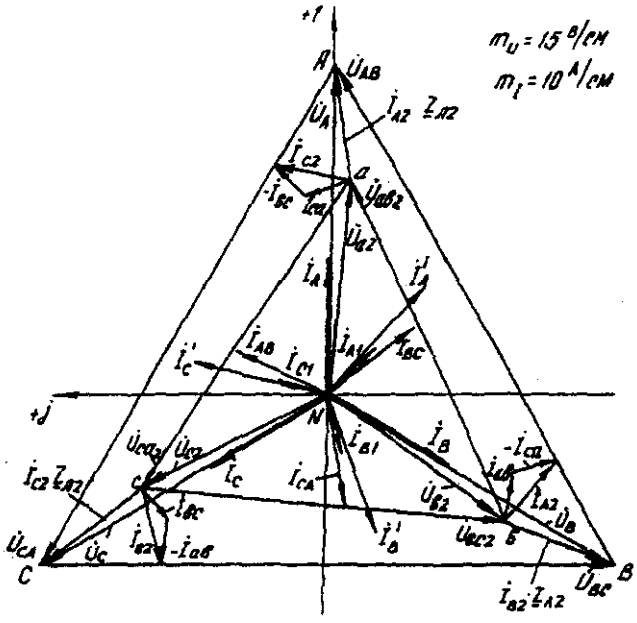


Рис. 4.6. Векторная диаграмма

На комплексной плоскости откладываем комплексные значения токов (векторы токов) и напряжений (векторы напряжений) в выбранных предварительно масштабах. Наиболее удобными в рассматриваемом расчете являются: масштаб напряжений m_U = 15 В/см и масштаб тока m_I = 10 А/см. Векторы токов второго приемника направляем из вершин треугольника напряжений *a, b, c* . Все остальные векторы токов - из начала координат.

Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Номер вариа-нта	Значение параметров						
	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	C, мкФ	L, мГн	U, В
1	50	-	50	-	170	-	100
2	25	25	25	-	.	125	100
3	25	25	25	-	40	-	100
4	50	50	50	-	-	250	100
5	50	50	50	50	60	-	100
6	50	50	50	-	-	250	100
7	25	25	25	-	180	-	100
8	50	50	50	-	-	125	100
9	25	25	25	25	100	-	100
10	25	25	25	-	-	250	100
11	50	50	50	-	90	-	100
12	25	25	25	-	-	250	100
13	25	25	-	-	110	-	100
14	25	25	-	-	-	125	100
15	20	50	10	50	-	125	100
16	50	10	50	15	260	-	100
17	50	25	50	-	-	125	100
18	50	50	50	-	120	-	100
19	50	50	50	-	-	125	100
20	25	-	25	-	190	-	100
21	25	50	25	-	-	125	100
22	50	50	50	-	-	125	100
23	50	50	50	-	60	-	100
24	50	50	50	-	180	-	100

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы из табл. 5.1 с известными параметрами (табл. 5.2) рассчитать переходный процесс классическим и операторным методами, определить законы изменений токов и напряжений во времени. Построить эти зависимости.

Последовательность решения классическим методом расчета.

Составить систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа для электрической цепи, получающейся после коммутации, при этом использовать соотношения $u_L = L\, di/dt$, $i = C du_c/dt$.

Подставить числовые значения заданных параметров в систему уравнений.

Решить систему уравнений относительно тока через индуктивность (напряжения на емкости), в результате получается неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением неоднородного дифференциального уравнения является сумма частного (принужденная составляющая) и общего (свободная составляющая) решения однородного дифференциального уравнения.

Принужденная составляющая определяется расчетом в послекоммутационной электрической цепи в установившемся режиме.

Свободная составляющая при решении однородных дифференциальных уравнений первого порядка определяется как

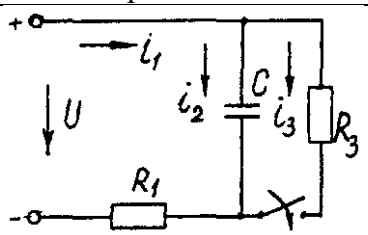
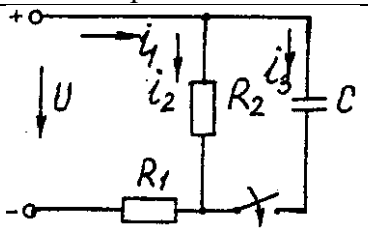
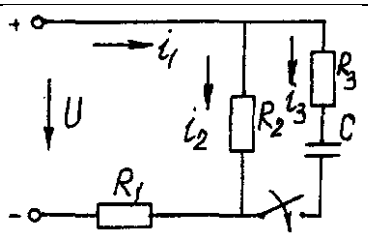
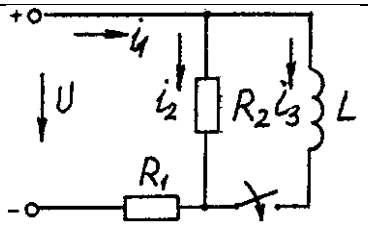
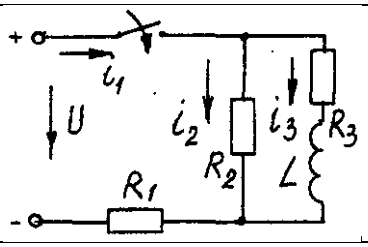
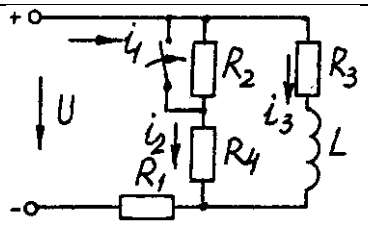
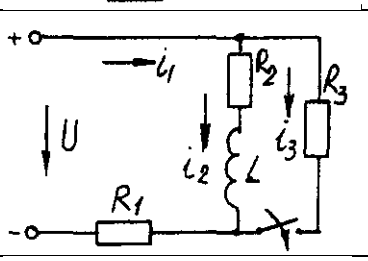
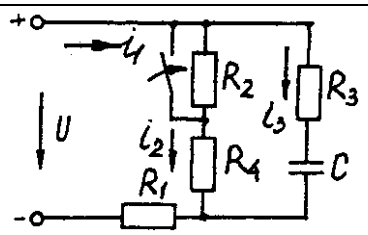
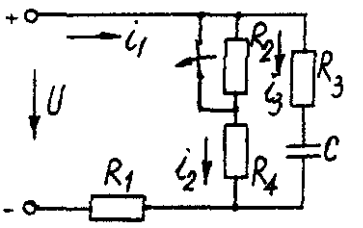
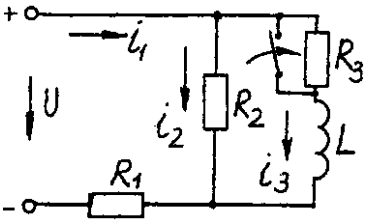
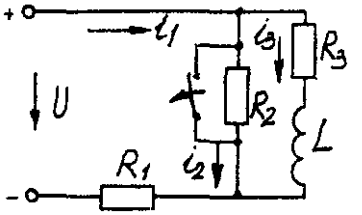
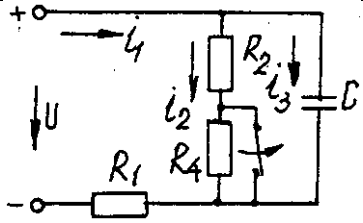
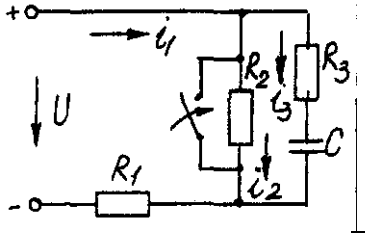
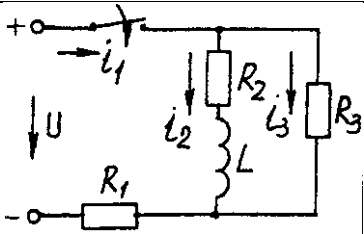
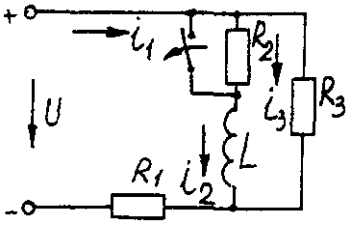
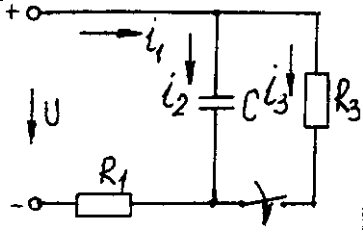
$$Ae^{pt}$$

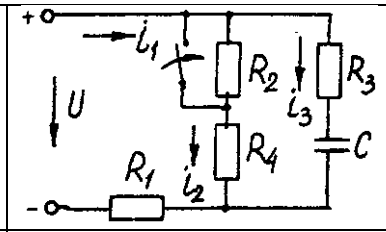
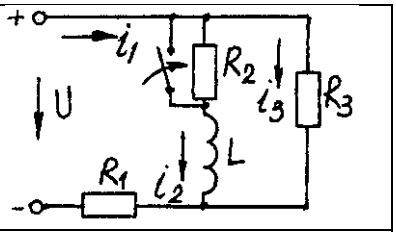
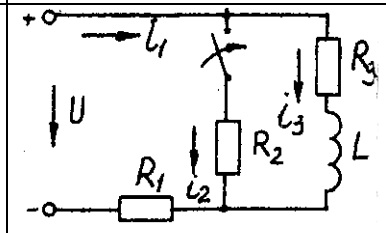
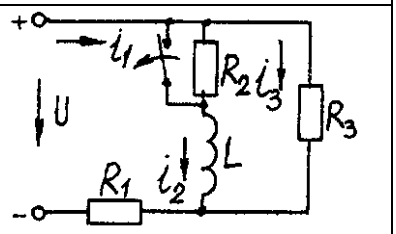
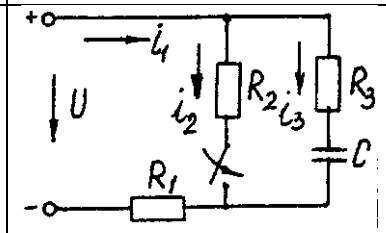
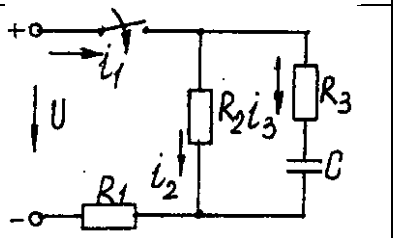
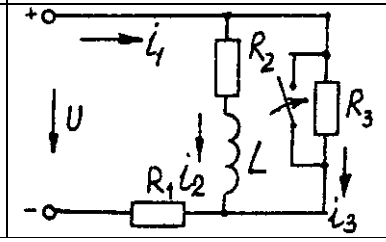
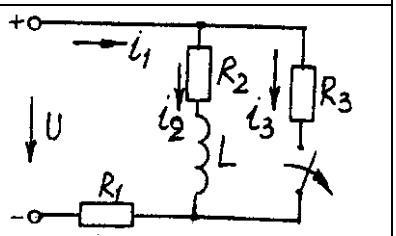
где A - постоянная интегрирования; p - корень характеристического уравнения.

Характеристическое уравнение составляется по однородному дифференциальному уравнению.

Последовательность решения операторным методом расчета.

Расчетные формулы и последовательность решения этим методом приведены в примерах расчета цепей, содержащих индуктивность и емкость.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	
8		20	

9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

Пример расчета цепи, содержащей индуктивность (рис. 5.1).

Исходные данные: U = 100 В; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ = 25 Ом; L = 0,25 Гн.

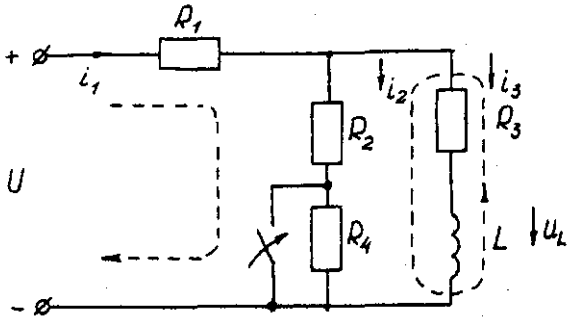


Рис. 5.1. Схема электрической цепи

Определить законы изменения токов, напряжения u_L при переходе цепи от одного установившегося состояния к другому классическим и операторными методами. Построить эти зависимости.

Решение классическим методом.

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации:

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2 R_2 = U; \\ i_2 R_2 - u_L - i_3 R_3 = 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

Решаем систему уравнений относительно тока через индуктивность i_3 (избавляемся от токов i_2 и i_1)

$$(R_1+R_2)\, u_L + [R_1R_2 + R_1(R_1 + R_2)]i_3 = R_2U$$

Решение упрощается, если в систему уравнений (5.1) подставить заданные числовые значения;

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ 25i_1 + 25i_2 = 100; \\ 25i_2 - u_L - 25i_3 = 0 \end{cases} \quad (5.2)$$

Решая систему уравнений (5,2), получаем

$$2u_L+75i_3=100. \quad (5.3)$$

Подставив соотношение $u_L = Ldi_3/dt$ в уравнение (5.3), получим

$$2Ldi_3/dt + 75i_3= 100,$$

и окончательно получаем неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt + 150i_3=200. \quad (5.4)$$

Решением уравнения (5.4) является сумма принужденной и свободной составляющих тока $i_3(t)$

$$i_3(t)= i_3(t)_{пр}+ i_3(t)_{св}. \quad (5.5)$$

Принужденная составляющая тока определяется из уравнения (5.4) как новое установившееся значение по окончании переходного процесса

$$i_3(t)_{пр} = 200/150 =1,33 \text{ А}. \quad (5.6)$$

Запишем однородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt+150\, i_3= 0 \quad (5.7)$$

и характеристическое уравнение

$$p+150=0. \quad (5.8)$$

Свободная составляющая тока определяется как

$$i_3\,(t)_{св}=Ae^{pt}, \quad (5.9)$$

где A - постоянная интегрирования; p - корень характеристического уравнения (5.8), p = -150; τ - постоянная времени электрической цепи, τ = 1/150.

Постоянная интегрирования определяется из начальных условий, исходя из первого закона коммутации (ток через индуктивность при коммутациях не меняется скачком).

С учетом уравнений (5.6) и (5.9) уравнение (5.5) запишем как

$$i_3\,(t) = 1,33+A\, e^{-150t}.$$

Значение тока $i_3(0)$ определяем, рассчитывая цепь до коммутации

$$i_3(0)=1,6\text{А}.$$

По первому закону коммутации $i_3\,(0) = i_3\,(0)_{пр} + i_3\,(0)_{св} = 1,6$ А, $i_3(0) = 1,33 + A\, e^{-150t} = 1,6$, откуда $A = 1,6 - 1,33 = 0,27$.

Окончательно

$$i_3\,(t)= 1,33 + 0,27\, e^{-150t};$$
$$u_L(t)=Ldi_3/dt= 0,25\text{-}0,27(\text{-}150)\, e^{-150t} =\text{-}10\, e^{-150t};$$
$$u_2(t) = [u_3(t)R_3+ u_L(t)]/R_2 = 1,33 - 0,13\, e^{-150t};$$
$$i_1(t) = i_2(t) + i_3(t) = 2,66 + 0,14\, e^{-150t}.$$

Решение операторным методом.

На рис. 5.2 представлена операторная схема замещения цепи (см. рис. 5.1).

Составляется система уравнений в изображениях (в операторной форме)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + I_3(p); \\ I_1(p)R_1 + I_2(p)R_2 = U/p; \\ I_2(p)R_2 - L[pI_3(p) - i_3(0)] - I_3(p)R_3 = 0. \end{cases} \quad (5.10)$$

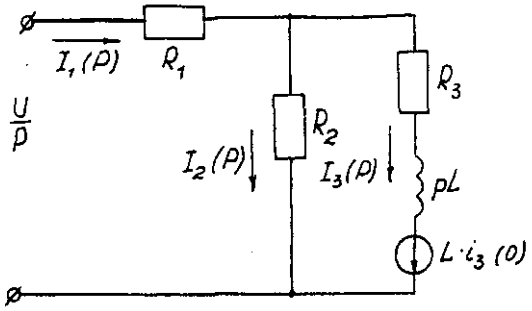


Рис. 5.2. Операторная схема замещения электрической цепи

Система уравнений решается относительно любого тока. Достаточно просто получаем уравнение в изображениях для тока через индуктивность, если использовать дифференциальное уравнение (5.4), из которого следует:

$$[pI_3(p) - i_3(0)]+150I_3(p)=200/p;$$

$$pI_3(p)+ 150I_3(p)= 200/p+ i_3(0)= 200/p+1,6$$

и окончательно

$$I_3(p)=(200+1,6p)/p(p+150)=F_1(p)/F_2(p), \quad (5.11)$$

где $F_1(p)$ - полином числителя; $F_2(p)$ - полином знаменателя.

Переход от изображения тока $I_3(p)$ к оригиналу $i_3(t)$ осуществляем по формуле разложения

$$i_3(t)=\Sigma\,([F_1(p)/F_2(p)]\cdot e^{p_k\cdot t}) \quad (5.12)$$

где $p_к$ - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя, равный нулю, т. е. $F_2(p) = 0$.

В рассматриваемом примере

$$P(p+150)=0,$$

откуда $p_1 =0$; $p_2= -150$.

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p)=(2p+150),$$

откуда $F_2'(p_1)=150$; $F_2'(p_2)= -150$.

Оригинал тока $i_3(t)$

$$i_3(t)= ([F_1(p_1)/F_2'(p_1)]\cdot e^{p_1 t})+ ([F_1(p_2)/F_2'(p_2)]\cdot e^{p_2 t})=$$

$$= [(200 +1,6\ 0) / 150]e^{150t}+ [(200 +1,6\ (-150) / (-150)]\cdot e^{-150\cdot t} =$$

$$= 1,33 + 0,27\ e^{-150t}.$$

На рис. 5.3 представлены переходные характеристики токов и напряжения на индуктивности.

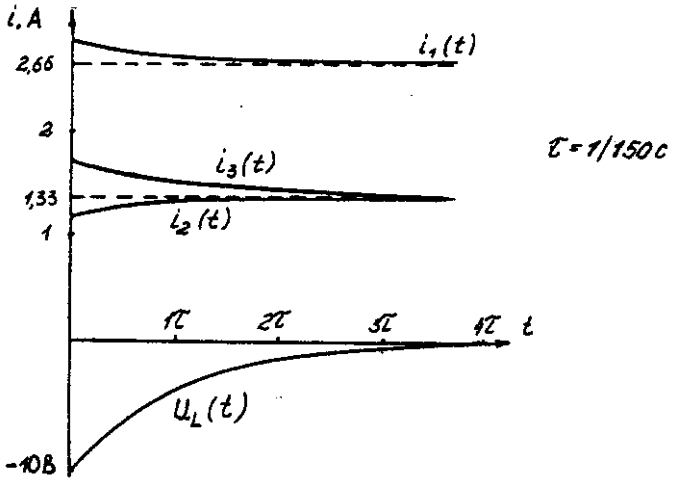


Рис. 5.3. Временные диаграммы токов и напряжения иа индуктивности

Пример расчета цепи содержащей емкость (рис. 5.4).

Исходные данные: U = 100 В; $R_1 = R_2 = R_3$ = 50 Ом; С = 100 мкФ.

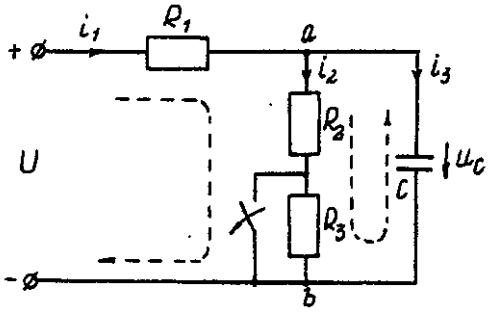


Рис. 5.4. Схема электрической цепи

Определить и построить следующие зависимости: $u_C(t)$, $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$.

Решение классическим методом.

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2(R_1 + R_2) = U; \\ i_2(R_2 + R_3) = u_C \end{cases} \quad (5.13)$$

Между током и напряжением на емкости существует соотношение

$$\begin{cases} i_3 = C\frac{du_C}{dt}; \\ i_1 = i_2 + i_3 = i_2 + 100 \cdot 10^{-6}\left(\frac{du_C}{dt}\right); \\ i_1 50 + i_2(50 + 50) = 100; \\ i_2(50 + 50) - u_C = 0. \end{cases} \quad (5.14)$$

Решаем систему уравнений (5.14) относительно напряжения на емкости

$$du_c / dt + 300u_c = 20000. \quad (5.15)$$

Уравнение (5.15) - неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением уравнения (5.15) является сумма принужденной и свободной составляющих напряжения $u_C(t)$. Решение неоднородного дифференциального уравнения первого порядка рассмотрено выше для цепи с индуктивностью. По аналогии имеем

$$u_C(t) = u_C(t)_{пр} + u_C(t)_{св}. \quad (5.16)$$

Принужденная составляющая напряжения равна

$$u_C(t)_{пр} = 20000/300 = 66{,}7 \text{ В}.$$

Свободную составляющую напряжения находим из уравнения

$$u_C(t)_{СВ} = A\, e^{pt},$$

где $(p + 300) = 0$ - характеристическое уравнение; $p = -300$ - корень характеристического уравнения; τ - постоянная времени электрической цепи, $\tau = 1/300$; $u_C(0) = 50$ В, напряжение u_C в момент коммутации (определяется расчетом рассматриваемой цепи до коммутации):

$$u_C(t) = 66{,}7 + Ae^{-300t};$$

$u_C(0) = 66{,}7 + Ae^{p \cdot 0} = 50$В, откуда $A = -16{,}7$.

Окончательно имеем:

$$u_C(t) = 66{,}7 - 16{,}7 \cdot e^{-300t};$$
$$i_3(t) = C \cdot du_C/dt = 100 \cdot 10^{-6}(-16{,}7)(-300) \cdot e^{-300t} = 0{,}5 \cdot e^{-300t};$$
$$i_2(t) = u_{ав}(t)/(R_2 + R_3) = u_C(t)/(R_2 + R_3) = 0{,}667 - 0{,}167 \cdot e^{-300t};$$
$$i_1(t) = i_2(t) + i_3(t) = 0{,}667 + 0{,}333 \cdot e^{-300t}.$$

На рис. 5.5 представлены переходные характеристики токов и напряжения на емкости.

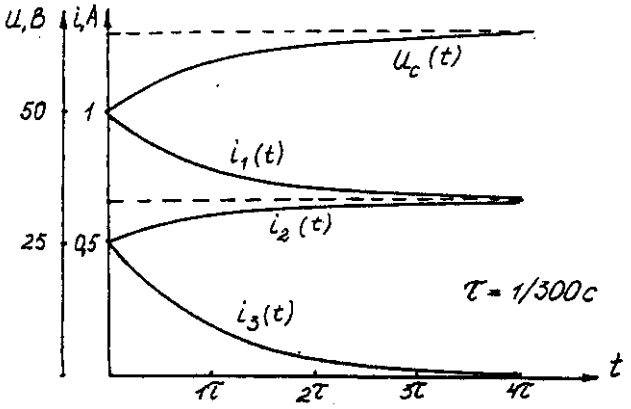


Рис. 5.5. Временные диаграммы токов и напряжения на емкости

Решение операторным методом.

Система уравнений в изображениях (в операторной форме) может быть составлена по операторной схеме замещения (рис. 5.6) или по системе дифференциальных уравнений (5.14)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + 100 \cdot 10^{-6}[pU_C(p) - u_C(0)]; \\ I_1(p)50 + [I_2(p)(50+50)] = \frac{100}{p}; \\ [I_2(p)(50+50)] - U_C(p) = 0. \end{cases} \quad (5.17)$$

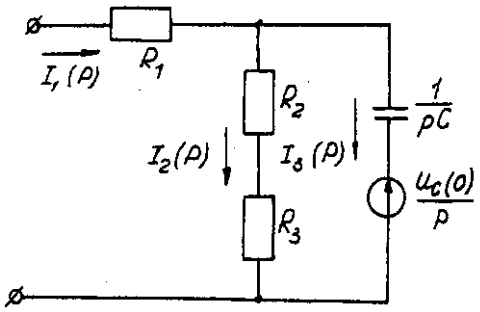


Рис. 5.6. Операторная схема замещения электрической цепи

Решаем систему алгебраических уравнений (5.17) относительно токов или напряжения на емкости $U_C(p)$.

Решение относительно напряжения $U_C(p)$ упрощается, если воспользуемся уравнением (5.15). Уравнение (5.15) преобразуем в уравнение в изображениях:

$$[pU_C(p)-u_C(0)]+300\cdot U_C(p)=20000/p;$$

$$Uc\,(p)(p + 300) = 20000/p + 50;$$

$$U_c\,(p) = [20000 + 50p]\,/p(p + 300) = F_1(p)/\,F_2(p),$$

где $F_1(p)$ - полином числителя; $F_2(p)$ - полином знаменателя.

Переход от изображения напряжения $U_C(p)$ к оригиналу $u_C(t)$ осуществляем по формуле разложения

$$U_C(t)=\Sigma([F_1(p)/F_2'(p)]\cdot e^{p_k\cdot t}), \quad (5.18)$$

где $p_к$ - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя равный нулю, т. е. $F_2(p) = 0$.

В рассматриваемом примере

$$p(p+300)=0,$$

откуда $p_1 = 0$; $p_2 = -300$.

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p)=(2p+300),$$

откуда $F_2'(p_1)=300$; $F_2'(p_2)=-300$.

Оригинал напряжения $u_C(t)$

$$u_C(t) = ([F_1(p_1)/\,F_2'(p_1)]\cdot e^{p_1 t}) + ([F_1(p_2)/F_2'(p_2)]\cdot e^{p_2\cdot t})=$$

$$=[(20000 + 50\,0) / 300]\cdot e^{300\cdot 0} + [(20000+50\,(-300) / (-300)]\cdot e^{-300t}$$

$$= 66{,}7 - 16{,}7\cdot e^{-300\cdot t}.$$

Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 6.1) с известными параметрами (табл. 6.2) определить токи в ветвях и напряжение на нелинейных элементах (НЭ).

Вольт-амперные характеристики НЭ, симметричные относительно начала координат, приведены на рис. 6.1.

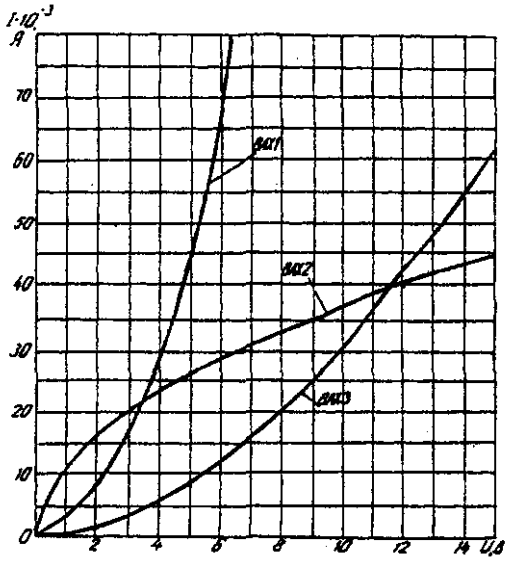


Рис. 6.1. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

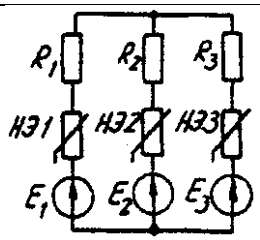
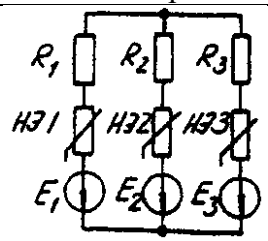
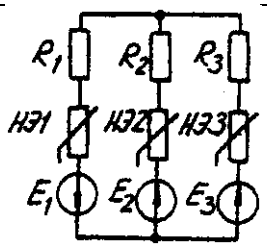
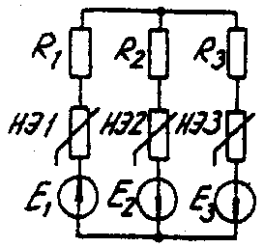
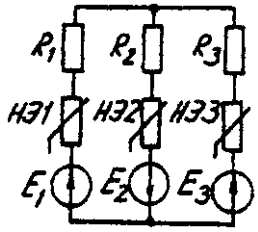
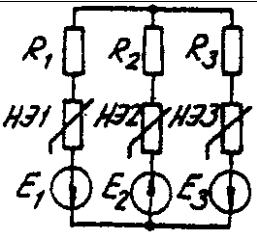
Методические указания.

Для нелинейных электрических цепей (НЭЦ) постоянного тока справедливы оба закона Кирхгофа

$$\sum_{k=1}^{n} I_k = 0; \quad \sum_{k=1}^{n} U_{k=0.}$$

Затруднения при рассмотрении НЭЦ с помощью законов Кирхгофа заключаются в том, что в НЭЦ напряжение и токи связаны между собой нелинейными соотношениями. По этой причине для решения задач теории НЭЦ приходится использовать различные приближенные методы решения, к которым относится метод двух узлов.

Расчетные электрические схемы

1		5	
2		6	
3		7	

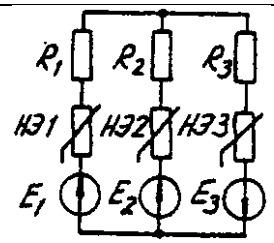
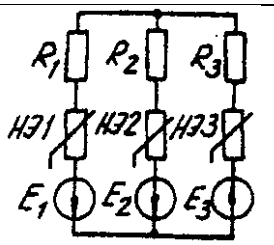
4	R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3	8	R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3

Таблица 6.2

Исходные данные к задаче 6

Вариант	Номер схемы	Значения параметров								
		R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	НЭ1	НЭ2	НЭ3	E_1, В	E_2, В	E_3, В
1	1	600	300	400	ВАХ1	ВАХ3	ВАХ2	24	9	10
2	2	100	200	500	-	ВАХ2	ВАХ3	-	24	12
3	3	-	800	400	ВАХ2	ВАХ2	ВАХ3	-	15	20
4	4	400	300	600	-	ВАХ3	ВАХ1	10	8	14
5	5	-	800	600	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	15	9	24
6	6	100	700	500	ВАХ1	-	ВАХ3	8	-	10
7	7	200	-	500	ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	6	-	12
8	8	1000	400	700	ВАХ2	-	ВАХ3	16	9	18
9	1	800	-	100	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	10	15	20
10	3	400	700	200	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	8	16	-
11	5	100	200		ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	24	12	-
12	7	600	200	400	ВАХ3	ВАХ1	-	15	10	20
13	2	500	700	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	16	12	9
14	4	-	-	-	ВАХ3	ВАХ1	ВАХ2	14	20	8
15	6	200	100	-	-	ВАХ2	ВАХ3	10	8	15
16	8	-	500	-	ВАХ1	-	ВАХ3	12	6	18
17	1	-	-	600	ВАХ1	ВАХ3	-	20	-	4
18	2	800	-	-	-	ВАХ2	ВАХ3	15	10	5
19	3	-	900	-	ВАХ1	-	ВАХ3	6	12	8
20	4	-	-	100	ВАХ3	ВАХ1	-	16	18	9
21	5	400	-	200	-	ВАХ2	ВАХ3	9	4	10
22	6	-	-	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	-		18
23	7	-	-	500	ВАХ2	ВАХ3	-	14	12	6
24	8	-	300	-	ВАХ1	-	ВАХ3	-	20	10

Расчет сложной НЭЦ, состоящей из нескольких параллельных ветвей, которые наряду с нелинейными элементами могут содержать и источники постоянной э. д. с, включенные последовательно с нелинейными элементами, сводится к нахождению токов и напряжений на участках цепи с помощью вольт-амперных характеристик.

Для этого предварительно строится вольтамперная характеристика каждой ветви, которая получается смещением соответствующей характеристики НЭ на величину заданной э. д. с. влево или вправо от начала координат, в зависимости от направления э. д. с. Затем, на основании первого закона Кирхгофа, строится результирующая характеристика. Она получается смещенной относительно начала координат на величину э. д. с. *(E),* которую можно рассматривать как э. д. с. эквивалентной цепи.

Так как сумма токов в узле равна нулю, то в эквивалентной цепи ток отсутствует. Следовательно, значение э. д. с. *(E)* равно разности потенциалов верхнего узла относительно нижнего узла исходной схемы.

Отсюда находят напряжение в каждом НЭ

$$U_{Нэк}=E_к-E$$

Ток в каждом НЭ определяется по соответствующей вольт-амперной характеристике.

Последовательность решения задачи.

1. Задаться положительным направлением токов в ветвях схемы.

2. На основании второго закона Кирхгофа построить эквивалентные вольт-амперные характеристики для ветвей.

3. На основании первого закона Кирхгофа построить результирующую вольт-амперную характеристику всей электрической цепи.

4. По результирующей вольт-амперной характеристике определить напряжения на каждом НЭ и токи в каждой ветви по соответствующим вольт-амперным характеристикам.

Пример решения задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 6.2, *а)* с известными параметрами E_1 =12 В, E_2 = 10 В, E_3 = 3 В,

R_1 =200 Ом, НЭ1, НЭ2 и НЭ3 (вольт-амперные характеристики которых приведены на рис. 6.3) определить токи в ветвях и напряжения на НЭ.

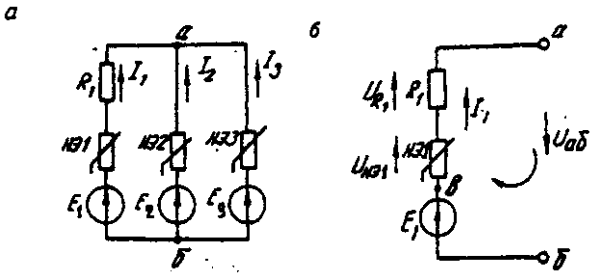


Рис. 6.2. Заданная *(а)* и расчетная (б) электрические схемы

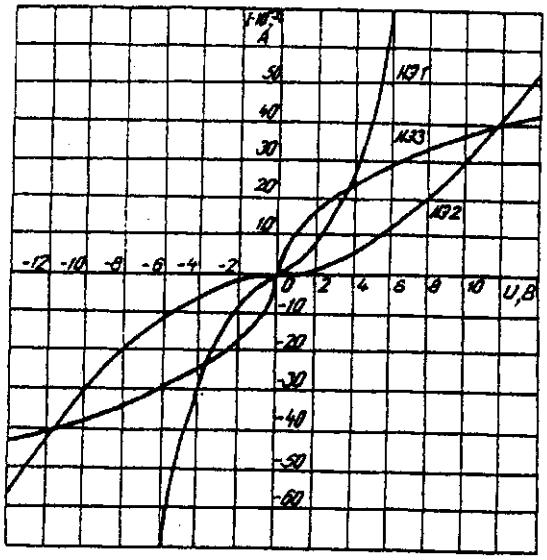


Рис. 6.3. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

1. Задаемся положительным направлением токов во всех ветвях цепи.

2. Так как каждый из токов является нелинейной функцией падения напряжения на своем НЭ, необходимо выразить его в функции одного переменного напряжения $U_{аб}$ между узлами *а* и *б.*

Рассмотрим первую ветвь, содержащую последовательно соединенные резистор R_1, НЭ1 и источник постоянной э. д. с. E_1 (рис. 6,2, *б).*

На основании второго закона Кирхгофа для контура, указанного на рис. 6.2, *б* круговой стрелкой, запишем

$$E_1=U_{аб}+U_{R1}+U_{НЭ1} \text{ или } U_{аб}=E_1-(U_{R1}+U_{НЭ1}).$$

Если э. д. с. *(E_1)* действует в направлении выбранного положительного тока, т. е. $E_1>0$, то при положительном токе она способствует прохождению тока и при $E_1< U_{аб}$ уменьшает значение.

На рис. 6.4 изображены характеристики первого нелинейного элемента $I_1=f(U_{НЭ1})$, резистора $I_1=f(U_{R1})$, суммарная

$I_1=f(U_{аб})$ и прямая, соответствующая $E_1>0$. Здесь же нанесена результирующая характеристика $I_1=f(U_{аб})$.

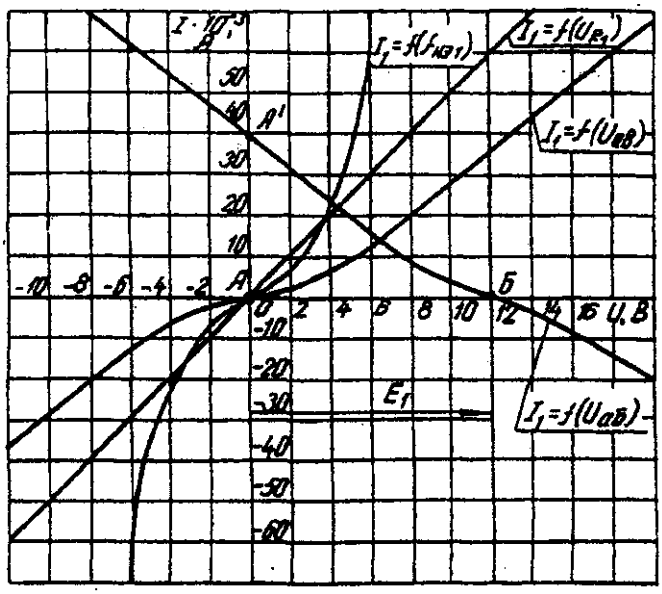


Рис. 6.4. Вольт-амперные характеристики первого нелинейного элемента

Для т. *А* кривой $I_1 = f(U_{НЭ1})$ напряжение на первом нелинейном элементе будет равно нулю ($U_{НЭ1} = 0$) при $I_1 = 0$. При этом $U_{аб} = E_1$ т. е. начало) кривой $I_1 = f(U_{аб})$ сдвинуто в точку *Б*, в которой $U_{аб} = E_1$. Росту $U_{аб}$, при $U_{аб} > 0$ соответствует уменьшение $U_{аб}$. Для точки *А*' при $U_{аб} = E_1$, $U_{аб} = 0$. Росту $U_{аб}$ при $U_{аб} < 0$ отвечает увеличение $U_{аб}$, причем $U_{аб} > E_1$.

Аналогичным образом перестраивают кривые $I_2 = f(U_{НЭ2})$ и $I_3 = f(U_{нэз})$ для других ветвей схемы (рис. 6.5 и 6.6).

3. Нанесем кривые $I_1 = f(U_{аб})$, $I_2 = f(U_{аб})$ и $I_3 = f(U_{аб})$ на одном рисунке и построим результирующую вольт-амперную характеристику $I = f(U_{аб})$ просуммировав ординаты кривых (рис. 6.7).

4. Точка *А* пересечения кривой $I = f(U_{аб})$ с осью абсцисс дает значение Саб, при котором удовлетворяется уравнение

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

Восстанавливаем в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с кривыми $I_1 = f(U_{аб})$, $I_2 = f(U_{аб})$ и $I_3 = f(U_{аб})$ и находим токи I_1, I_2 и I_3 как по величине, так и по знаку.

Для рассматриваемого примера имеем (см. рис. 6.7), А

$$I_1 = 15 \cdot 10^{-3};$$
$$I_2 = 5 \cdot 10^{-3};$$
$$I_3 = -20 \cdot 10^{-3}.w$$

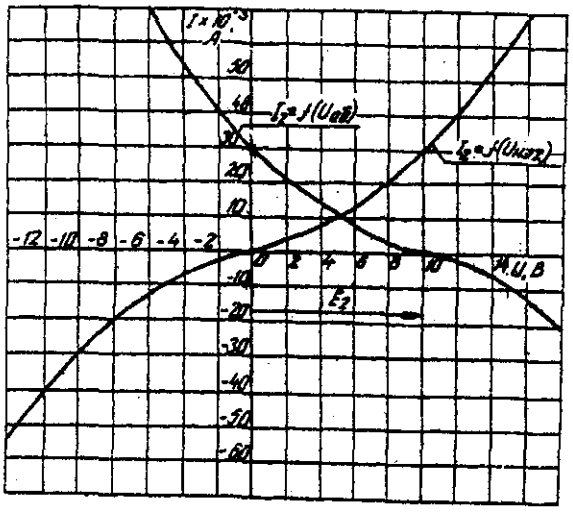


Рис. 6.5. Вольт-амперные характеристики второго нелинейного элемента

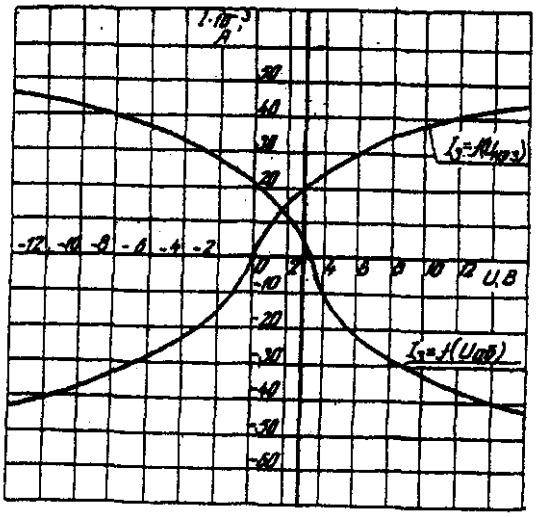


Рис 6.6. Вольт-амперные характеристики третьего нелинейного элемента

Сделаем проверку

$$I_1 + I_2 + I_3 = 15 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ А}.$$

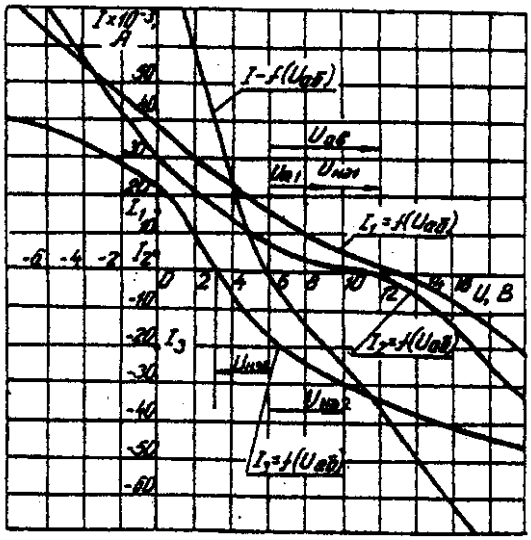


Рис. 6.7. Результирующие вольт-амперные характеристики

Располагая построенными характеристиками, легко находим напряжения на всех нелинейных элементах цепи (см. рис. 6.7):

$U_{НЭ1} = 3$; $U_{НЭ1} = 2$; $U_{НЭ1} = 3$.

ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

7.1. Неразветвленные магнитные цепи.

Методические указания.

Магнитной цепью называют совокупность магнитодвижущих сил (МДС),ферромагнитных тел или каких-либо иных тел или сред, по которым замыкается магнитный поток.

Магнитные цепи могут быть подразделены на неразветвленные (рис. 1) и разветвленные (рис. 2).

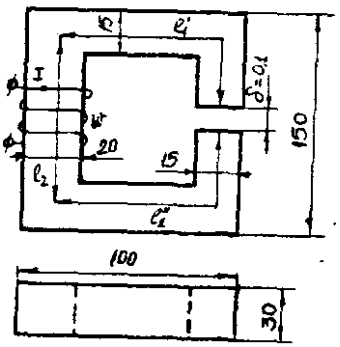


Рис. 7.1. Неразветвленная магнитная цепь

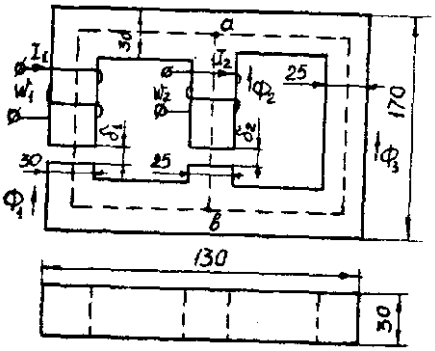


Рис. 7.2. Разветвленная магнитная цепь

Основными величинами, характеризующими магнитное поле и используемыми при расчете к анализе магнитных цепей, являются магнитная индукция B и напряженность магнитного поля H.

Эти величины связаны между собой зависимостью:

$$B = \mu_0 \cdot \mu \cdot H$$

где μ_0 — постоянная, характеризующая свойства вакуума,

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

μ — относительная магнитная проницаемость.

$$H = 0{,}8 \cdot 10^6 B$$

Магнитную индукцию B измеряют в теслах (1 Тл = 1 Вс/м^2). Единицей напряженности магнитного поля H является 1 А/м,

Магнитная индукция и напряженность магнитного поля — векторные величины.

Величиной. служащей для интегральной оценки магнитного поля, является магнитный поток Ф, представляющий собой поток вектора магнитной индукции сквозь поверхность dS

$$\Phi = \int_S B dS$$

Если магнитный поток проходит сквозь поверхность, расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции поля, то магнитный поток определяется по формуле

$$\Phi = BS$$

Магнитны поток измеряют в веберах (1 Вб = 1 Вс).

Магнитное поле создается электрическими тока. Напряженность магнитного поля связана с токами, возбуждающими поле, за коном полного тока, согласно которому линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля вдоль замкнутого контура равен алгебраической сумме токов, охватываемых этим контуром

$$\oint Hdl = \sum I$$

где l — длина участка магнитной цепи, вдоль которого идет интегрирование. Длина участка отсчитывается по средней линии магнитопровода.

Заменив интеграл суммой интегралов по участкам и учитывая, что пределах одного участка магнитная цепь имеет одинаковое поперечное сечение и одинаковую магнитную проницаемость, получим закон полного тока в общем виде

$$\sum_K H_K l_K = \sum Iw$$

где H_K — напряженность магнитного поля на каждом участке магнитной цепи;

l_K - длина каждого участка магнитной цепи;

w - число витков катушки.

Произведение числа витков катушки w на протекающий по ней ток I называют магнитодвижущей силой катушки F.

$$\sum Iw = \sum F$$

МДС вызывает магнитный поток в магнитной цепи подобно тому, как ЭДС вызывает электрический ток в электрической цепи. Как и ЭДС, МДС величина векторная. Положительное направление МДС совпадает с движением острия правоходового винта, если его вращать по направлению тока в обмотке.

Падением магнитного напряжения U_{MAB} между точками a и b магнитной цепи, называют произведением Hl_{AB}. Здесь , - длина пути между точками a и b.

Магнитное напряжение измеряют в амперах (А).

Если участок магнитной цепи между точками a и b может быть подразделен на n отдельных частей так, что для каждой части $H=H_K$ постоянно, то

$$U_{MAB} = \sum_{K=1}^{K=n} H_K l_K$$

Отношение падения магнитного напряжения U_M к магнитному потоку Ф называют магнитным сопротивлением цепи

$$\Phi w = \Psi = Li$$

$$R_M = \frac{U_M}{\Phi} = \frac{l}{\mu_0 \mu S}$$

Величину, обратную магнитному сопротивлению называют магнитной проводимостью цепи

$$G_M = \frac{1}{R_M} = \frac{\mu_0 \mu S}{l}$$

Соотношение $\Phi = \frac{U_M}{R_M}$ - называют законом Ома для магнитной цепи.

Надо отметить, что между магнитными и электрическими величинами есть формальная аналогии. Аналогом тока в электрической цепи является поток в магнитной цепи. Аналогом ЭДС — МДС. Аналогом падения напряжения на участке электрической цепи падение магнитного напряжения. Аналогом вольтамперной характеристики нелинейного сопротивления — веберная характеристика участка магнитной цепи.

Соответствие электрических и магнитных величин можно представить в виде таблицы (табл. 7.1).

Таблица соответствия электрических и магнитных величин — Таблица 7.1

Электрические величины	Магнитные величины
I – ток, А	Ф – магнитный поток, Вб
E – ЭДС, В	F – МДС, А
U – напряжение, В	U_M – магнитное напряжение, А
R – сопротивление, Ом	R_M – магнитное сопротивление, 1/Гн
G – проводимость, 1/Ом	G_M – магнитная проводимость,

При расчете и анализе магнитных цепей используют первый и второй законы Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма магнитных потоков в любом узле магнитной цепи равна нулю:

$$\sum \Phi = 0$$

Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма падений магнитного напряжения вдоль любого замкнутого контура равна алгебраической сумме МДС вдоль того же контура:

$$\sum U_M = \sum Iw$$

В качестве примера составим уравнения по законам Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи, изображенной на рис. 7.2.

Произвольно выбираем направление потоков в ветвях. Для узла “а” составим уравнение по первому закону Кирхгофа

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$$

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение для контура, состоящего из левой и средней ветвей.

$$H_1 l_1 + H_1 \delta_2 - H_2 l_2 + H_2 \delta_2 = I_1 w_1 - I_2 w_2$$

Под вебер-амперной характеристикой понимают зависимость потока Ф по какому-либо участку магнитной цепи от падения магнитного напряжения на этом участке U_M.

$$\Phi = \int (U_M)$$

Расчет неразветвленной магнитной цепи разделяют на прямую и обратную задачи.

7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку.

Порядок расчета следующий:

1) магнитная цепь разбивается на участки, имеющие одинаковое сечение и одинаковую магнитную проницаемость;

2) по известным геометрическим размерам магнитного сердечника определяются длины l и площади поперечного сечения выделенных участков;

3) исходя из постоянства магнитного потока вдоль всей цепи определяются значения магнитной индукции для выделенных участков магнитной цепи по заданному магнитному потоку;

4) по заданной кривой намагничивания определяются значения напряженности магнитного поля для известных значений магнитной индукции.

Напряженность поля и воздушном зазоре определяется по формуле:

5) подсчитывается сумма падений магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи $\Sigma H_K l_K$ и на основании закона полного тока приравнивается эта сумма полному току I_W или МДС.

$$\sum H_K l_K = Iw$$

Пример. Геометрические размеры магнитной цепи даны на рис. 4. Найти какой ток должен протекать по обмотке с числом витков w=500 чтобы магнитная индукция в воздушном зазоре B_δ=1 Тл.

Решение. Магнитную цепь разбиваем на три участка:

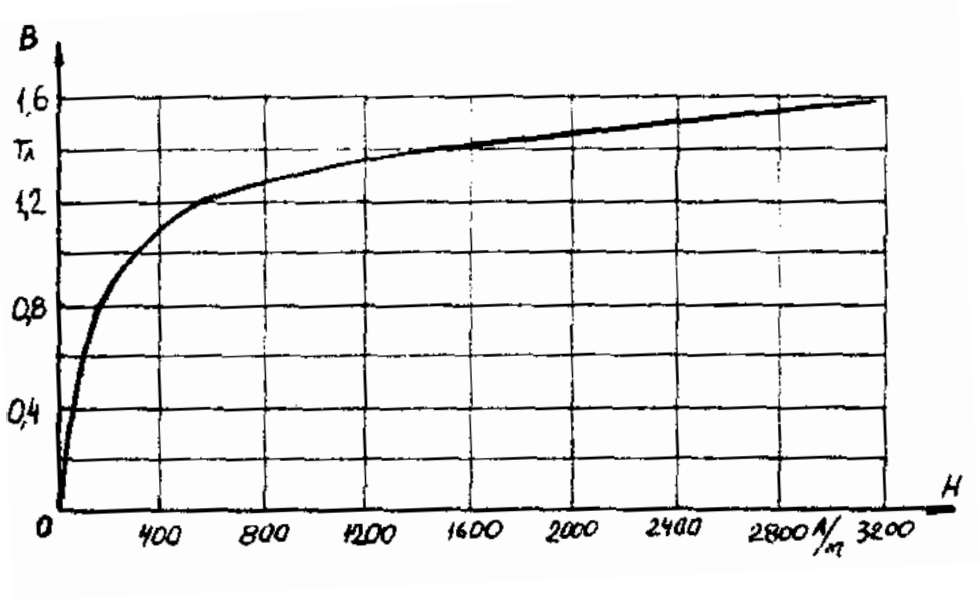


Рис. 7.4. Кривая намагничивания

$$l_1 = l`_1 + l``_1 = 30 \quad см$$

$$S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

$$l_2 = 13{,}5 \quad см$$

$$S_2 = 6 \quad см^2$$

Воздушный зазор

$$\delta = 0{,}01 \quad см$$

$$S_2 = S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

Индукция

$$B_1 = B_\delta = 1 \quad Тл$$

Индукцию на участке l_2 найдем, разделив поток $\Phi = B_\delta S_\delta$ на сечение S_2 второго участка

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{B_\delta S_\delta}{S_2} = \frac{1 \cdot 4{,}5}{6} = 0{,}75 \quad Тл$$

Напряженности поля на первом и втором участках определяем согласно кривой намагничивания (рис. 4) по известным значениям B_1 и B_2;

$$H_1 = 300 \text{ А/м}; \; H_2 = 115 \text{ А/м}$$

Напряженность поля в воздушном зазоре

$H_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot B_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 1 = 8 \cdot 10^5$ А/м

Определяем падение магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи:

$$\sum H_K l_K = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_\delta \delta = 300 \cdot 0{,}3 + 115 \cdot 0{,}135 +$$

$$+ 8 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} = 185{,}6 \quad A$$

Ток в обмотке

$$I = \frac{\sum H_K l_K}{w} = \frac{185{,}6}{500} = 0{,}371 \quad A$$

7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС

Условие задачи:

Для заданной магнитной цепи (рис. 7.2.) с известными параметрами (таб. 7.2.). Найти магнитные потоки в магнитной цепи.

Примечание – геометрические размеры даны в мм, кривая намагничивания дана на рис. 7.4.

Порядок решения обратной задачи следующий:

1) магнитная цепь разбивается на участки с одинаковыми сечением и магнитной проницаемостью. Определяются длины и сечения этих участков;

2) строится вебер-амперная характеристика $\Phi = \int (U_м)$ цепи;

3) пользуясь вебер-амперной характеристикой, по заданной, МДС определяют магнитный поток Ф.

Пример. Найти магнитную индукцию в воздушном зазоре магнитной цепи (рис. 7.1), если Iw = 350 А. Кривая намагничивания представлена на рис. 7.4.

Решение. Строим вебер-амперную характеристику. Для этого задаемся значениями B_δ; равными 0,5; 1,1; 1,2 и 1,3 Тл, и для каждого из них определяем параметры, указанные в табл. 1. Так же, как и в предыдущей задаче определяем $\sum H_K l_K$

Результаты расчетов сводим в табл. 7.2.

Результаты расчетов для построения $\Phi = \int (U_м)$

Таблица 7.2

B_δ, Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
B_1, Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
B_2, Тл	0,375	0,825	0,9	0,975
H_1, А/м	50	460	700	1020
H_2, А/м	25	150	200	300
H_δ, А/м	$4 \cdot 10^5$	$8{,}8 \cdot 10^5$	$9{,}6 \cdot 10^5$	$10{,}4 \cdot 10^5$
$\Sigma H_K l_K$, А	58,3	246,3	333	450,5
Ф, Вб	$22{,}5 \cdot 10^{-5}$	$49{,}5 \cdot 10^{-5}$	$54 \cdot 10^{-5}$	$58{,}5 \cdot 10^{-5}$

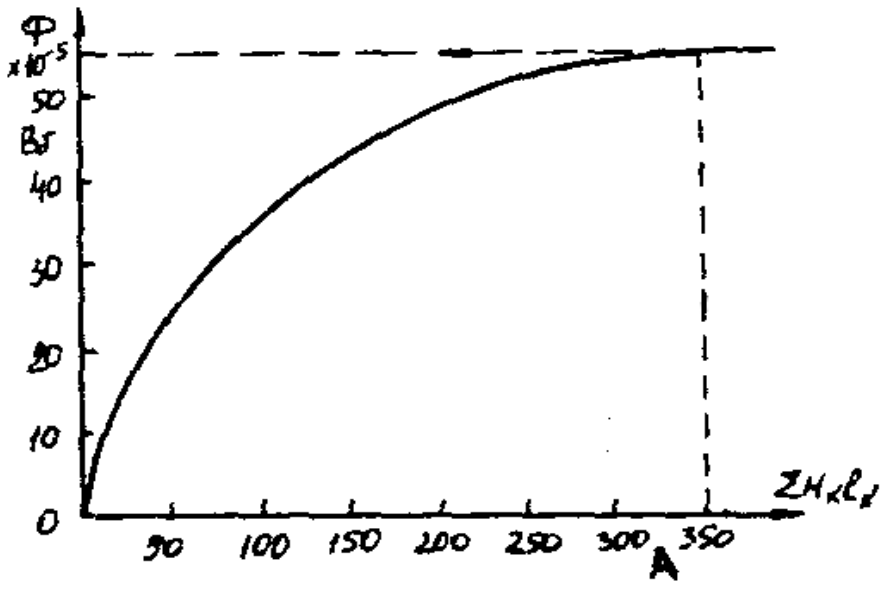


Рис. 7.5. Вебер-амперная характеристика цепи

По данным табл. 7.2 строим вебер-амперную характеристику $\Phi = \int (U_м)$ (рис. 7.5) и по ней определяем, что при Iw = 350 А

$\Phi = 55 \cdot 10^{-5}$ Вб

Следовательно,

$$B_\delta = \frac{\Phi}{S_\delta} = \frac{55 \cdot 10^{-5}}{4{,}5 \cdot 10^{-4}} = 1{,}21 \quad Тл$$

Расчет разветвленной магнитной цепи

аналогичен соответствующей электрической с сосредоточенными параметрами.

Так как, магнитные цепи являются нелинейными, то методы их расчета при этих условиях аналогичны методам расчета нелинейных электрических цепей. Все методы расчета электрических цепей с нелинейными сопротивлениями полностью применимы к расчету магнитных цепей, так как и магнитные, к электрические цепи подчиняются одним и тем же законам - законам Кирхгофа.

В качестве примера рассмотрим расчет разветвленной цепи методом двух узлов.

Найти магнитные потоки в ветвях магнитной цепи (рис. 7.2). Геометрические размеры даны в мм. Кривая намагничивания представлена на рис. 4. $I_1w_1 = 80$ А; $I_1w_1 = 300$ А; зазоры $\delta_1 = 0{,}05$ мм и $\delta_2 = 0{,}22$ мм.

Решение. Составам электрическую схему замещения магнитной цепи (рис. 7.6). Узловые точки обозначим буквами «a» и «b».

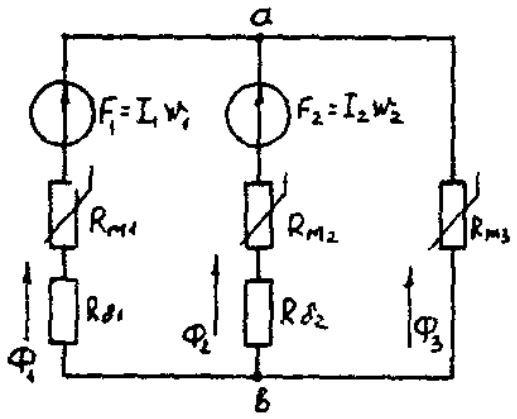


Рис. 7.6. Схема замещения магнитной цепи

Определим длины участков магнитной цепи

$l_1 = 0{,}24м;$ $\quad l_2 = 0{,}138м;$

$l_3^{`} = 0{,}1м;$ $\quad l_3^{``} = 0{,}14м.$

Длинам $l_3^{`}$ и $l_3^{``}$ участки третьей ветви, имеющей площади сечения 9 и 7,5 см^2.

Выберем положительные направления магнитных потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 к узлу «a».

Построим зависимость потока от падения магнитного напряжения первой ветви U_{M1}. Для этого произвольно задаемся рядом числовых значений Φ_1, для каждого значения находим индукцию B_1 и по кривой намагничивания — напряженность H_1 на пути в стали по первой ветви.

Магнитное напряжение на первом участке

$$U_{M1} = H_1 l_1 + 0{,}8 \cdot 10^5 B_1 \delta_1$$

Таким образом, для каждого значения потока Φ_1 подсчитываем U_{M1} и по точкам строим зависимость $\Phi_1 = \int (U_{M1})$ (кривая 1 рис. 7.7). Аналогично строим зависимость $\Phi_2 = \int (U_{M2})$ (кривая 2 рис. 7.7)

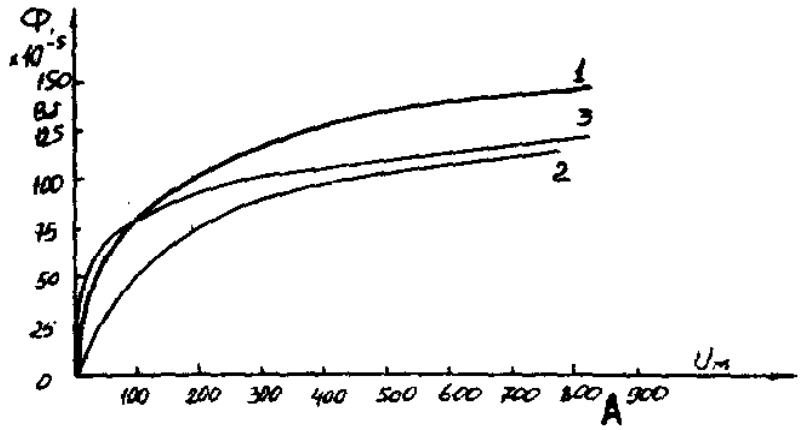


Рис. 7.7. Вебер-амперные характеристики ветвей

Кривая 3 (рис. 7.7) есть зависимость $\Phi_3 = \int (U_{M3})$

$$U_{M3} = H_3^{`} l_3^{`} + H_3^{``} l_3^{``}$$

Для определения потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 постройте зависимости этих потоков от магнитного падения напряжения U_{Mab} между узлами «a» и «b» (рис. 7.6).

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для первой ветви:

$$F_1 = I_1 w_1 = U_{M1} + U_{Mab}$$

отсюда

$$U_{Mab} = I_1 w_1 - U_{M1}$$

Согласно выражению приведенному выше строим зависимость $\Phi_1 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8). Для этого кривую 1 (рис. 7.7) при переносе на рис.7.8 смещаем вправо на величину I_1w_1 и, так как перед U_{M1} стоит знак "-", зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для второй ветви

$$I_2 w_2 = U_{M2} + U_{Mab}$$

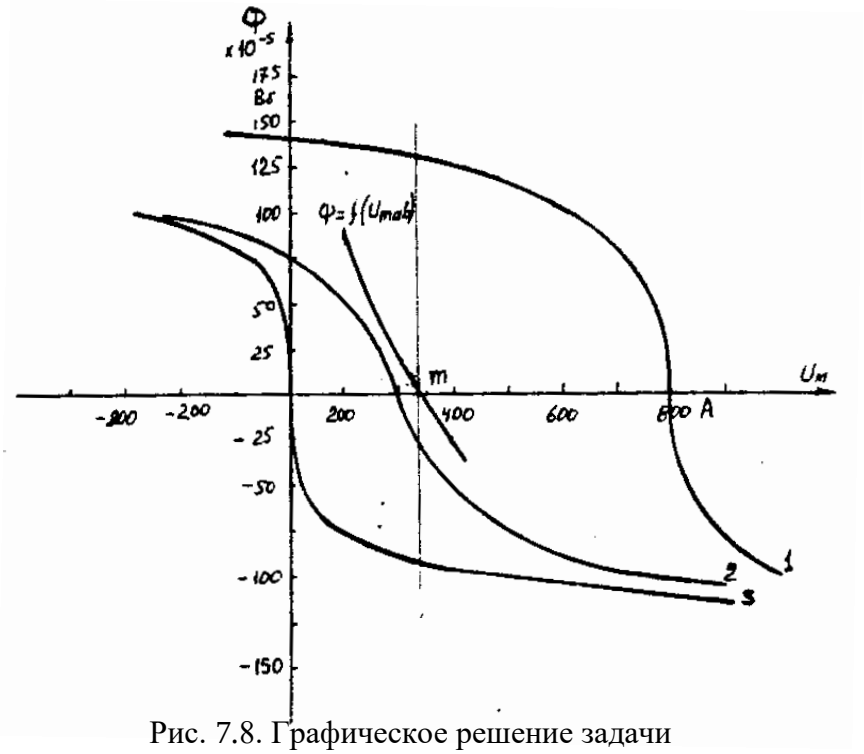


Рис. 7.8. Графическое решение задачи

отсюда

$$U_{Mab} = I_2 w_2 - U_{M2}$$

Построим зависимость $\Phi_2 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8). Для этого кривую 2 (рис. 7.7) смещаем вправо от начала координат на величину I_2w_2 и зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

В аналогичном порядке строим зависимость $\Phi_3 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8)

$$U_{Mab} = U_{M1}$$

Зависимость $\Phi_3 = \int (U_{Mab})$ так же, как и кривая 3 (рис. 7.7) проходит через начало координат.

Построим кривую $\Phi = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8)

Где $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$

Точка (m) пересечения кривой $\Phi = \int (U_{Mab})$ с осью абсцисс дает значение U_{Mab}, удовлетворяющее первому закону Кирхгофа $\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$.

Восстановим в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс. Ординаты пересечения перпендикуляра с кривыми дадут значения магнитных потоков в ветвях;

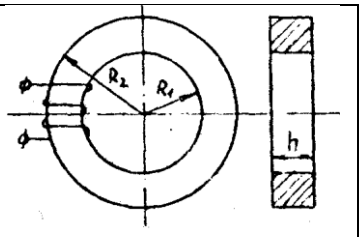
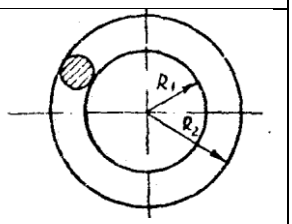
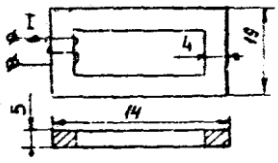
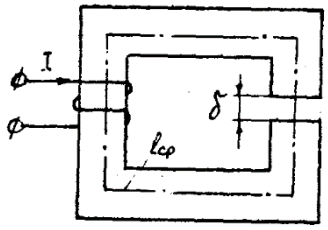
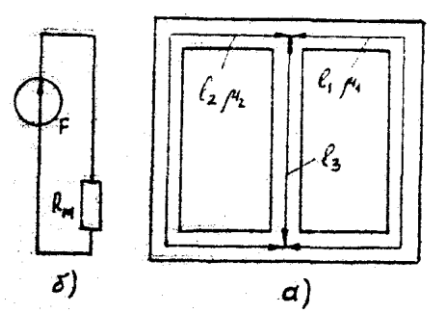
$\Phi_1 = 126{,}2 \cdot 10^{-5}$ Вб; $\Phi_2 = -25 \cdot 10^{-5}$ Вб; $\Phi_3 = -101{,}2 \cdot 10^{-5}$ Вб.

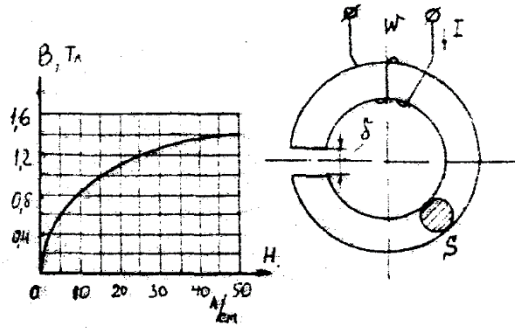
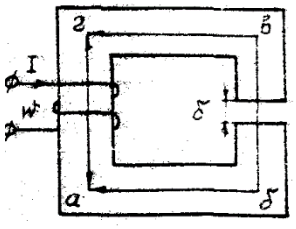
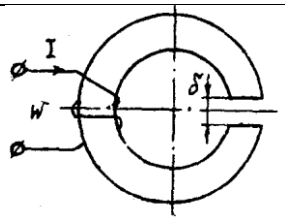
В результате расчета потоки Φ_2 и Φ_3, оказались отрицательными. Это означает, что в действительности они направлены противоположно выбранным ранее для них направлениям, показанным на рис. 7.2 и рис. 7.6.

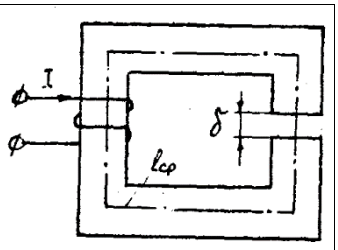
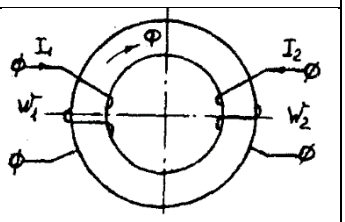
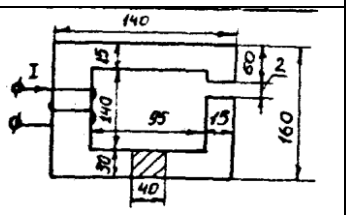
Задания к задаче 7.1.

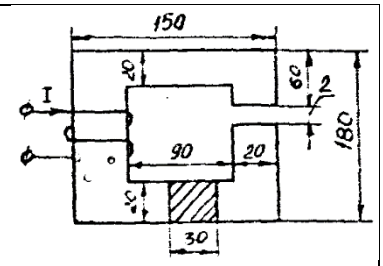
Таблица 7.3

Номер вари-анта	Содержание задания

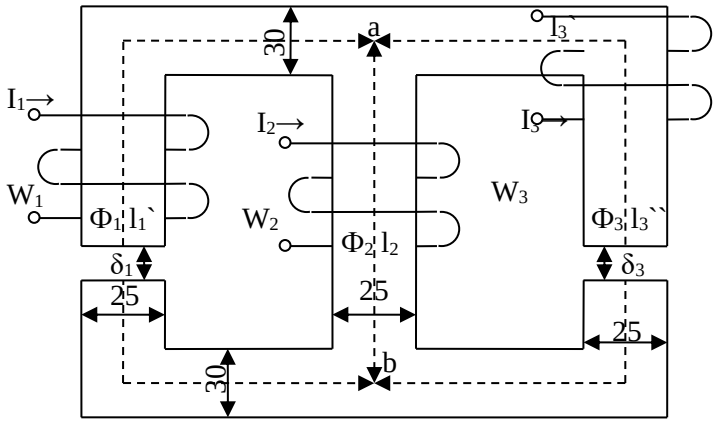
1	Катушка с количеством витков w = 1000 равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами: R_1 = 8 см; R_2 = 12 см, h = 15 см. Значение магнитного потока Ф = 0,025 Вб, магнитная проницаемость μ = 2080. Определить ток в катушке.	
2	На ферромагнитный сердечник равномерно намотана обмотка, w = 2000 витков. По обмотке протекает ток I = 0,1 А. Магнитная проницаемость μ = 1000. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
3	Определить ток в катушке, если значение магнитного потока в сердечнике с магнитной проницаемостью μ = 1000, Ф = 0,025 Вб. Число витков w = 1500.	
4	Катушка равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами R_1 = 8 см, R_2 = 12 см (см. рис. варианта 2). Магнитный поток в сердечнике Ф = $50 \cdot 10^{-3}$ Вб создается намагничивающей силой F = 4000 А. Определить магнитную проницаемость сердечника μ	
5	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта 10, магнитная индукция B=I,2 Тл,$l_{ср}$=30 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в 1,5 раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
6	Катушка равномерно намотана на сердечник (см. рис. варианта 1) с размерами:R_1 =I0 см; R_2=I4 см. Магнитная проницаемость сердечника μ=1000; число витков обмотки W=1000; сила тока в обмотке I=0,2 А. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
7	 Магнитопровод (рис .а) с одинаковым сечением всех ветвей S=1 $см^2$ имеет размеры: l_1=l_2=I25,2см; l_3=62,5 см; μ_1=200; μ_2=100; μ_3=100.Такой	

	магнитопровод можно заменить эквивалентной схемой (рис б), эквивалентное магнитное сопротивление $R_м$.
8	Катушка, намотанная на тороидальный сердечник круглого сечения, имеет =200 витков. Размеры сердечника (см. рис. варианта 2): R_1=10 см; R_2=20 см; μ=800. Определить максимальное значение магнитной индукции внутри сердечника, ток в катушке I = I А.
9	Определить индуктивность l катушки, если магния проницаемость сердечника μ= $I0^{-3}$ Гн/м. Число витков W= 100. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.
10	Намагничивающая сила катушки f=1860 А; длина средней линии кольца $l_{ср}$=69 ,9 см; сечение S=10 $см^2$; зазор δ =0,1 см. Пользуясь характеристикой стали B=f(H), вычислить, магнитный поток в кольце. 
11	На участке *абвг* стальной сердечник имеет сечение S_1=12 $см^2$, длина средней линии на этом участке l=22 см. На участке *аг* сечение сердечника S_2=6 $см^2$. Намагничивающая сила обмоток F=450 А; магнитный поток Ф=6*10^{-4} Вб. Кривая намагничивания представлена на рис. Варианта 10. Определить длину учаска *аг*, если величина воздушного зазора δ=0,1 мм. 
12	Найти , $R_м$ воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,5 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S=1,5 $см^2$. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 1920 А.
13	Длина стальной части сердечника $l_{ср}$=I38 см; воздушный зазор δ=0,1 мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающую силу F обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию B=I Тл. 

14	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта10, магнитная индукция B=I Тл,$l_{ср}$=20 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в два раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
15	На стальное кольцо, средняя длина которого , $l_{ср}$=120 см, намотаны две обмотки: W_4= 100 витков и W_2=500 витков. Известен ток второй обмотки I_2=2 А и кривая намагничивания сердечника (см. рис. варианта 10). Определить ток первой обмотки, который обеспечил бы в сердечнике индукцию B=1,2 Тл	
16	Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить $B_δ$=1,4 Тл. Число витков обмотки W=1000, кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
17	для магнитопровода, изображенного на рис. варианта 5, задано: l_1=15 см; l_2=5 см; δ=2 мм; l_3=l_5=6 см, l_4=17 см ; l_6=32 см; H_1=H_2=H_3=H_4=H_5=H_6=8 А/см; W=100 витков. Определить ток.	
18	Пользуясь характеристикой стали B=f(H), изображенной на рис. варианта 10, вычислить магнитный поток в кольце, если намагничивающая сила катушки F=2000 А; длина средней линии кольца 75 см; S=I0 см; зазор δ=0,1 см.	
19	Определить индуктивность L катушки, если абсолютная магнитная проницаемость сердечника μ = 3*10 Гн/м. Число витков W=200. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.	
20	Катушка намотана на ферромагнитный сердечник (рис. варианта 1). размеры сердечника: R_1=10 см; R_2=16 см; h=16 см. Значение магнитного потока Ф=0,040 Вб, магнитная проницаемость μ=2080. Определить число витков катушки при токе I=2 А.	
21	Длина стальной части сердечника, представленного на рис. варианта 10 $l_{ср}$=69,9 см, воздушный зазор δ=0,I мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающию силу F обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию B=3 Тл.	

22	Определить число витков обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить B_δ= 2 ,б Тл. Ток, протекающий по обмотке, I=10 А. Кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
23	Найти $R_м$, воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,2 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S_δ=1,5 см^2. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 2400 А.	
24	Определить значение магнитного потока сердечнике, изображенном на рис. варианта 1. Размеры сердечника R_1=12 см; R_2=18 см; h=10 см. По обмотке с числом витков W=3000 протекает ток I=2 А. Магнитная проницаемость μ=1000.	

2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока.



l_1` = 0,24 м	S_1 = 9 см^2	U_{Mab}- ?
l_2 = 0,138 м	S_2 = 7,5 см^2	Ф = ∫(U_{ab})
l_3`` = 0,14 м	S_3`` = 7,5 см^2	$Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$ - ?
l_3` = 0,1 м	S_3` = 9 см^2	

Рис. 7.9.

Таблица 7.4

Варианты	I_1w_1, А	I_2w_2, А	I_3w_3, А	δ_1, мм	δ_2, мм	δ_3, мм
1	300	800	0	0	0,05	0,22
2	0	300	550	0,05	0,11	0
3	600	0	300	0,22	0	0,11
4	800	400	0	0	0,22	0,11
5	0	500	600	0,11	0	0,05
6	600	0	0	0	0,05	0,11
7	300	500	0	0,22	0	0,05
8	0	300	800	0,11	0,22	0

9	800	0	600	0,05	0	0,22
10	600	300	0	0,22	0,11	0
11	0	300	600	0	0,22	0,11
12	400	0	800	0,11	0	0,22
13	500	300	0	0,22	0,05	0
14	0	800	300	0	0,11	0,22
15	800	0	300	0,11	0,05	0
16	400	600	0	0,05	0	0,11
17	0	600	400	0	0,22	0,05
18	800	0	300	0,22	0,11	0
19	500	800	0	0,15	0	0,11
20	0	500	400	0	0,15	0,11
21	550	0	600	0,22	0,15	0
22	500	600	0	0,05	0	0,15
23	0	600	300	0	0,11	0,15
24	300	0	600	0,15	0,05	0

Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Условие задачи.

Паспортные данные трансформатора берут из табл. 8.1, где:

m - число фаз, *m=3;*

ВН/НН-*N* - схема и группа соединения обмоток;

$S_Н$ - номинальная полная мощность;

$U_{лн}^{вн}$ - номинальное (линейное) напряжение обмотки ВН;

$U_{лн}^{нн}$ - номинальное (линейное) напряжение обмотки НН;

$P_{он}$ - потери холостого хода (мощность холостого хода при номинальном напряжении);

$P_{кн}$ - потери короткого замыкания (мощность короткого замыкания при напряжении короткого замыкания);

$u_к$ - напряжение короткого замыкания, *%*, где $u_к = [U_{кн}/U_н]\cdot 100\%$;

i_0 - ток холостого хода, %, где $i_0 = [I_{0н}/I_{1н}]\cdot 100\%$.

При всех расчетах первичной считать обмотку ВН.

Последовательность решения.

По известным паспортным данным сделать следующие расчеты и построения:

1. Начертить схему соединения обмоток трансформатора заданной группы и построить векторную диаграмму напряжений для доказательства, что начерченная схема соответствует заданной группе.

2. На схеме соединения обмоток трансформатора показать линейные и фазные напряжения и токи,

3. Определить номинальные фазные значения напряжений и токов ВН и НН: $U_{1н}$, $U_{2н}$, $I_{1н}$, $I_{2н}$.

4. Рассчитать коэффициент трансформации - *K.*

5. Определить параметры Т-образной электрической схемы замещения трансформатора: R_m, X_m, R_1, R'_2, X_1, X'_2 (при расчете полагать $R_1 = R_2$ и $X_1 = X'_2$). Начертить Т-образную схему замещения с указанием всех параметров и величин.

6. Рассчитать параметры короткого замыкания R_K, X_K, Z_K, $u_{ка}$ (%), $u_{кр}$*(%).*

7. Составить упрощенную электрическую схему замещения трансформатора и определить фазные значения тока I_2 и напряжения U_2 при включении во вторичную цепь обмотки нагрузки Z_H (см. табл. 8.1). При расчете определить в комплексной форме приведенные значения тока I'_2 и напряжения U_2' а затем их действующие значения I_2, U_2 .

Таблица 8.1

Исходные данные для задачи 8

Номер вари-анта	ВН/НН-N	$S_к$, кВА	$U_{ЛН}^{ВН}$, кВ	$U_{ЛН}^{НН}$, кВ	$P_{0Н}$, Вт	$P_{КН}$, Вт	$U_{К,}$ %	I_0, %	$Z_Н$, Ом
1	Y/Δ - 11	160	35	0,4	700	2650	6,5	2,4	3+ j3
2	Y/Y_N - 0	160	35	0,69	700	2650	6,5	2,4	3+ j2,25
3	Y/Δ -11	250	35	0,4	1000	3700	6,5	2,3	3+ j2,25
4	Y/Y_N - 0	250	35	0,69	1000	3700	6,5	2,3	1,6+ j1,2
5	Y/Δ -11	400	6	0,4	2180	3700	3,5	2,1	1,2+ j0,9
6	Y/Y_N - 0	400	6	0,69	2180	3700	3,5	2,1	1,1+ j1,0
7	Y/Δ -11	630	6	0,4	1560	8500	5,5	2,0	0,8+ j0,6
8	Y/Y_N - 0	630	6	0,69	1560	8500	5,5	2,0	0,7+ j0,7
9	Y/Δ -11	320	6	0,4	1675	2630	2,5	2,2	1,6+ j1,2
10	Y/Y_N - 0	320	6	0,69	1675	2630	2,5	2,2	1,4+ j1,4
11	Y/Y_N - 0	630	35	0,69	1900	7600	6,5	2,0	0,7+ j0,7
12	Y/Δ -11	630	35	0,4	1900	7600	6,5	2,0	0,6+ j0,8
13	Y/Y_N - 0	400	35	0,69	1350	5500	6,5	2,1	1,0+ j1,0
14	Y/Δ -11	400	35	0,4	1350	5500	6,5	2,1	0,6+ j0,8
15	Y/Y_N - 0	250	6	0,23	660	3700	4,5	4	0,2+j0,15
16	$Δ/Y_N$ - 11	250	10	0,69	660	4200	4,7	4	2+ j1,5
17	Y/Δ -11	400	10	0,23	920	5500	4,5	3,5	0,4+ j0,3
18	$Δ/Y_N$ - 11	400	6	0,69	920	5900	4,5	3,5	1,2+ j0,9
19	Y/Y_N - 0	630	10	0,4	1310	7600	5,5	3	0,4+ j0,3
20	$Δ/Y_N$ - 11	630	6	0,69	1310	8500	5,5	3	0,8+ j0,6
21	Y/Δ - 11	200	6	0,4	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
22	Y/Y_N - 0	200	6	0,69	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
23	Y/Y_N - 0	250	6	0,4	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5
24	Y/Y_N - 0	250	6	0,69	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5

8. Определить значение коэффициента нагрузки при включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$ и оптимальное значения коэффициента нагрузки трансформатора $\beta_{опт}$.

9. Рассчитать изменение вторичного напряжения при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки $\beta_{опт}$ и cos□$_{2=}$ 0,95 (созф2 устанавливает предприятию энергоснабжающая организация).

10. Определить КПД трансформатора при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки fW и coscp2 = 0,95. Сравнить полученные в пунктах *а* и *б* значения к. п. д. и сделать вывод.

Методические рекомендации.

При расчете многофазных симметричных электрических цепей переменного тока расчеты выполняют, как правило, на одну фазу, т. е. используя фазные значения напряжений и токов, а все энергетические параметры: мощности на входе и выходе, потери и т. п. обычно рассчитывают на все фазы, паспортные данные по мощности указаны также на все фазы.

Например:

$S=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф$; $P=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф\cdot cos□_Ф$; $\Delta P=m\cdot R\cdot I^2_Ф$ и т. д., где m – число фаз.

К пункту 7. При переходе от Т-образной электрической схемы замещения приведенного трансформатора к упрощенной пренебрегают током холостого хода ($I_0 = 0$). В этом случае приведенный трансформатор заменяется эквивалентной электрической схемой замещения, представляющей собой комплекс полного сопротивления короткого замыкания

$Z_K = R_K + jX_K$.

К пункту 8. Оптимальным называется значение коэффициента нагрузки, соответствующее максимальному к. п. д. трансформатора при заданном коэффициенте мощности.

Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Условие задачи.

Известны следующие технические данные асинхронного двигателя с фазным ротором, предназначенного для работы в сети с частотой f= 50 Гц (табл. 9.1):

- число фаз m = 3;
- . - схема соединения фаз обмотки статора Δ/Y;
- число полюсов 2р ;
- номинальная мощность (полезная) $P_{2н}$;
- номинальное линейное напряжение обмотки статора $U_{лн}(\Delta)/U_{лн}$ (Y)= 220/380 В (для всех вариантов задачи);
- номинальный к. п. д. $\eta_н$
- номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_н$;
- номинальная частота вращения $\eta_{2н}$;
- кратность номинального момента $K_м = M_{max}/M_{ном}$;
- активное сопротивление фазы обмотки статора R_1
- активное сопротивления фазы обмотки ротора R_2;
- схема соединения фаз обмотки ротора Y;
- линейная э. д. с. неподвижного ротора $E_{2л}$
- индуктивное сопротивление рассеяния фазы обмотки неподвижного ротора X_2.

Последовательность решения.

1. Определить следующие значения, соответствующие номинальному режиму:
- номинальные полную $S_Н$, активную $P_{1н}$ и реактивную $Q_{1н}$ мощности на зажимах обмотки статора асинхронного двигателя;
- номинальные фазные напряжение $U_{1н}$ и ток $I_{1н}$ статора;
- фазную э. д. с. неподвижного ротора E_2;
- номинальное скольжение $S_Н$;
- номинальный момент на валу $M_{2н}$,

2. Начертить электрические схемы замещения фазы обмотки вращающегося и неподвижного ротора и рассчитать:

а) для вращающегося ротора:
- частоту э. д. с. и тока ротора в номинальном режиме $f_{2н}$;
- номинальную фазную э. д. с. ротора $E_{2Sн}$ индуктивное сопротивление рассеяния фазы ротора в номинальном режиме $X_{2Sн}$;

Таблица 9.1

Исходные данные к задаче 9

Номер вари-анта	Тип двигателя	2р	$P_{2Н}$, кВт	$\eta_Н$, %	$\cos\varphi_Н$	$n_{2Н}$, об/мин	$K_М$	R_1, Ом	$E_{2Л}$, В	R_2, Ом	X_2, Ом
0	4АК16034УЗ	4	11,0	86,5	0,86	1438	3,2	0,373	305	0,321	0,576
1	4АК160М4УЗ	4	14,0	88,0	0,87	1448	3,5	0,255	300	0,207	0,385

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
4АНК160М4У3	4АНК1604У3	4АК2008У3	4АК200М8У3	4АК180М8У3	4АК160М8У3	4АК1608У3	4АК225М6У3	4АК2006У3	4АК200М6У3	4АК180М6У3	4АКГ60М6У3	4АК1606У3	4АК2004У3	4АК200М4У3	4АК180М4У3
4	4	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	6	4	4	4
17,0	14,0	18,5	15,0	11,0	7,1	5,5	30,0	22,0	18,5	13,0	10,0	7,7	30,0	22,0	18,5
87,5	85,0	87,0	86,0	85,5	82,0	80,0	90,0	88,0	88,5	86,0	84,5	88,5	90,0	90,0	89,5
0,87	0,85	0,73	0,73	0,72	0,70	0,70	0,85	0,80	0,81	0,86	0,76	0,77	0,87	0,87	0,88
1441	1425	727	719	718	712	706	976	969	971	957	959	951	1462	1467	1457
3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3,8	3,5	4,0	4,0	4,0
0,229	0,358	0,187	0,233	0,333	0,622	0,887	0,106	0,149	0,168	0,267	0,401	0,664	0,099	0,124	0,135
314	328	301	356	267	290	301	141	330	360	324	310	300	349	338	294
0,210	0,349	0,1405	0,322	0,253	0,537	0,861	0,015	0,143	0,190	0,317	0,358	0,518	0,0964	0,107	0,125
0,388	0,572	0,366	0,625	0,684	1,413	1,605	0,046	0,308	0,387	0,608	0,800	0,906	0,281	0,309	0,232

18	4АНК1804УЗ	4	22,0	87,0	0,86	1423	3,2	0,163	299	0,190	0,315
19	4АНК180М4УЗ	4	30,0	90,0	0,86	1450	3,2	0,097	291	0,088	0,164
20	4АНК1806УЗ	6	13,0	83,5	0,81	940	3,0	0,363	204	0,173	0,240
21	4АНК180М6УЗ	6	18,5	85,0	0,82	941	3,0	0,241	336	0,326	0,466
22	4АНК200М6УЗ	6	22,0	89,0	0,81	967	3,0	0,1505	379	0,201	0,514
23	4АНК1808УЗ	8	11,0	85,0	0,76	711	3,2	0,417	315	0,431	0,640
24	4АНК180М8УЗ	8	14,0	86,5	0,77	722	3,5	0,303	307	0,235	0,392
25	4АНК200М8УЗ	8	18,5	86,5	0,78	721	2,5	0,242	382	0,283	0,734
26	4АНК2008УЗ	8	22,0	86,0	0,79	713	2,5	0,1905	330	0,244	0,470

- номинальный фазный ток ротора $I_{2н}$;
- приведенный номинальный фазный ток $I'_{2н}$;, б) для неподвижного ротора:
- фазный ток ротора 1_2;
- приведенные значения R'_2, X'_2, E'_2, I'_2.

Сравнить вычисленные значения фазного тока $1_{2н}$ и 1_2 (или $I'_{2н}$ и I'_2).

3. Рассчитать энергетические параметры асинхронного двигателя, работающего в номинальном режиме:

- номинальные электромагнитную мощность $P_{эм.н}$ и электромагнитный момент $M_{эм.н}$; '
- номинальную полную механическую мощность $P_{мех.н}$,
- сумму потерь $\Sigma\Delta P$;
- построить энергетическую диаграмму преобразования активной энергии при работе двигателя в номинальном режиме.

4. Вычислить значение критического скольжения $S_{кр}$ при работе асинхронного двигателя с закороченным ротором (без добавочного сопротивления в цепи ротора); определить параметры короткого замыкания R_K и $X_к$ асинхронного двигателя.

5. Начертить электрическую схему пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.

6. В одной системе координат построить следующие механические характеристики $n_2 = f(M_{ЭМ})$.

- естественную при соединении обмотки статора в треугольник и подключении к сети с линейным напряжением 220 В и закороченной обмоткой ротора;
- искусственную при том же соединении обмотки статора и включении в цепь ротора пускового реостата R_a сопротивление которого необходимо выбрать таким образом, чтобы

начальный пусковой момент был равен максимальному ($M_П=M_{max}$). Рассчитать значение этого сопротивления.

Методические рекомендации.

К пункту 2. В связи с тем, что в асинхронном двигателе с фазным ротором число фаз обмотки статора всегда равно числу фаз обмотки ротора ($m_1 = m_2$), коэффициент приведения э. д. с. равен коэффициенту приведения токов ($K_E = K_I$). Коэффициент приведения э. д. с. можно определить из паспортных данных

$$K_E = K_{об1}\, W_1/K_{об2}\, W_2 = U_{1н}/E_2. \quad (9.1)$$

К пункту 3. Добавочные потери в асинхронном двигателе могут быть определены по формуле

$$\Delta P_Д = 0{,}005 P_{1н}(I_1/I_2)^2. \quad (9.2)$$

К пункту 4. Значение критического скольжения можно рассчитать по упрощенной формуле Клосса

$$M_{эм}/M_{max} = 2/(S/S_{кр} + S_{кр}/S) = 1/K_M. \quad (9.3)$$

При решении квадратного уравнения необходимо выбрать корень, удовлетворяющий условию $S_{кр} > S_Н$.

Также значение критического скольжения можно рассчитать по формуле

$$S_{кр} = R'_2/\sqrt{R_1^2 + X_к^2}. \quad (9.4)$$

Индуктивное сопротивление $X_к$ можно определить из

$$M_{max} = \frac{\left(\frac{m_1}{2\Omega_1}\right)\left(\frac{U_{1н}^2}{R_1+\sqrt{R_1^2+X_к^2}}\right)}{}, \quad (9.5)$$

где $\Omega_1 = \omega_1/p = 2\pi f_1/p$ - угловая скорость вращения магнитного поля в воздушном зазоре.

Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Условие задачи.

Известны следующие технические данные двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (табл. 10.1):

- номинальная полезная мощность *P^,*
- номинальное напряжение якоря и обмотки возбуждения £/н;
- номинальная частота вращения ин;
- номинальный к. п. д. %;
- сопротивление обмотки добавочных полюсов *Rin.;*
- сопротивление обмотки параллельного возбуждения *гв;*
- падение напряжения на щетках Д[/щ = 2 В при /„ *Ф* 0.

Исходные данные для задачи 10

Таблица 10.1

Номер вари-анта	$P_{2н}$, кВт	$U_Н$, В	$n_Н$, об/мин	$\eta_Н$, %	R_a, Ом	$R_{ДП}$, Ом	$r_В$, Ом	$R_Р$, Ом	$r_Р$, Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	0,35	365	5 R_a	$r_В$
2	0,9	110	2000	73,0	0,64	0,4	340	7 R_a	0,5 $r_В$
3	1,3	110	3150	76,0	0,36	0,36	340	9 R_a	$r_В$
4	0,55	220	3000	71,0	1,0	0,55	222	10 R_a	0,5 $r_В$
5	0,75	110	3000	78,5	0,64	0,4	720	4 R_a	$r_В$
6	1,2	220	2200	76,5	0,79	0,33	103	6 R_a	0,5 $r_В$
7	2,0	110	3000	78,5	0,2	0,14	265	8 R_a	$r_В$
8	1,1	220	1500	74,0	2,2	1,57	81	10 R_a	0,5 $r_В$
9	1,7	110	2200	77,0	0,29	0,24	295	5 R_a	$r_В$

10	2,2	220	3150	81,0	0,52	0,51	81	7 R_a	0,5 r_B
11	1,5	110	1590	70,0	0,42	0,36	181	9 R_a	r_B
12	2,5	220	2200	76,0	0,79	0,68	39,4	4 R_a	0,5 r_B
13	3,4	110	3350	79,5	0,46	0,05	96,3	6 R_a	r_B
14	5,3	220	3000	80,0	0,24	0,2	25,3	8 R_a	0,5 r_B
15	1,4	110	3000	78,5	0,2	0,13	403	10 R_a	r_B
16	1,6	110	790	68,0	0,47	0,31	134	5 R_a	0,5 r_B
17	7,0	110	2200	81,0	0,07	0,05	111	7 R_a	r_B
18	4,0	220	1500	79,0	0,56	0,34	35	9 R_a	0,5 r_B
19	10,5	440	3000	85,0	0,56	0,34	25,6	4 R_a	r_B
20	1,9	110	750	71,0	0,32	0,27	138	6 R_a	0,5 r_B
21	3,0	220	1000	75,5	0,88	0,64	37,5	8 R_a	r_B
22	5,5	110	1500	80,0	0,88	0,07	101	10 R_a	0,5 r_B
23	8,5	440	2240	84,5	0,67	0,45	25	5 R_a	r_B
24	3,7	220	2360	81,0	0,35	0,22	54,5	7 R_a	0,5 r_B

Последовательность решения.

1. Начертить электрическую схему двигателя постоянного тока параллельного возбуждения с включением добавочных регулировочных резисторов в цепь якоря R_P и в цепь обмотки возбуждения r_P.

2. Определить номинальную мощность на входе двигателя P_{1H}, номинальные токи якоря I_{AH} и возбуждения i_{BH} и номинальный момент на валу двигателя M_{2H}.

3. Рассчитать и построить в одной системе координат механические характеристики двигателя постоянного тока, включенного в сеть с номинальным напряжением U_H:

а) естественную ($R_P = 0$; $r_P = 0$);

б) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь якоря ($R_P \neq 0$; $r_P = 0$);

в) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь возбуждения ($R_P = 0$; $r_P \neq 0$).

4. Объяснить, что произойдет с работающим двигателем при обрыве в цепи возбуждения, если система автоматической защиты из-за неисправности не отключит вовремя двигатель от сети.

5. Рассчитать максимальные значения сопротивления пускового реостата R_{max}, включенного в цепь якоря, при реостатном способе пуска двигателя, если известно, что пусковой ток не должен превышать двойного номинального значения ($I_{AП} \leq 2I_{AH}$).

Методические рекомендации.

К пункту 2. В двигателе постоянного тока параллельного возбуждения номинальный ток $I_H = I_{AH} + i_{BH}$

К пункту 3. Для решения задачи необходимо рассчитать произведение конструктивной постоянной электрической машины на номинальный магнитный поток $c\Phi_H$, при U_n. Это значение можно определить из паспортных данных двигателя, используя выражения:

$$E_A = c\Phi_H \Omega_H$$

$$E_A = U_H - I_{AH}(R_a + R_{ДП}) - \Delta U_{Щ}$$

где E_A - э.д.с. якоря; Ω_H - угловая скорость двигателя постоянного тока; R_a - сопротивление обмотки якоря.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Ч, 1. Электрические цепи. М.: Высшая школа. 1996. 628 с.

2. Каплянский А. Е., Лысенко А. П., Полотовский Л. С. Теоретические основы электротехники / Под ред. А. Е. Каплянского. М.: Высшая школа, 1972. 447 с.

3. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1: Ч. 1. Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Ч. 2. Теория линейных электрических цепей. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 533 с.

4. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 2: Ч. 3. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей. Ч. 4. Теория электромагнитного поля. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение. 1981.415 с.

5. Атабеков Г. И. Основы теории цепей: Учебник для вузов. М: Энергия, 1969. 424 с.

6. Атабеков Г. И. и др. Теоретические основы электротехники. Ч. 2. Нелинейные цепи. М.: Энергия, 1970. 232 с.

7. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. В 2-х тт. Том 2. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 416 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Автор: Новикова Н.А.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Зав.кафедрой _____ *(подпись)*
Стороженко Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 19.03.2020	Протокол №2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

Средства измерения и контроля

Классификация средств измерения и контроля

Средства измерения и контроля, применяемые в машиностроении, классифицируются по различным признакам: по типу и виду контролируемых физических величин; назначению — универсальные и специальные; числу проверяемых параметров при одной установке объекта измерения — одномерные и многомерные; степени механизации и автоматизации процесса измерений — ручного действия, механизированные, полуавтоматические, автоматические.

Классификация средств измерения и контроля по типу контролируемых физических величин представлена на рис.1, а по виду контролируемых физических величин — на рис. 2.

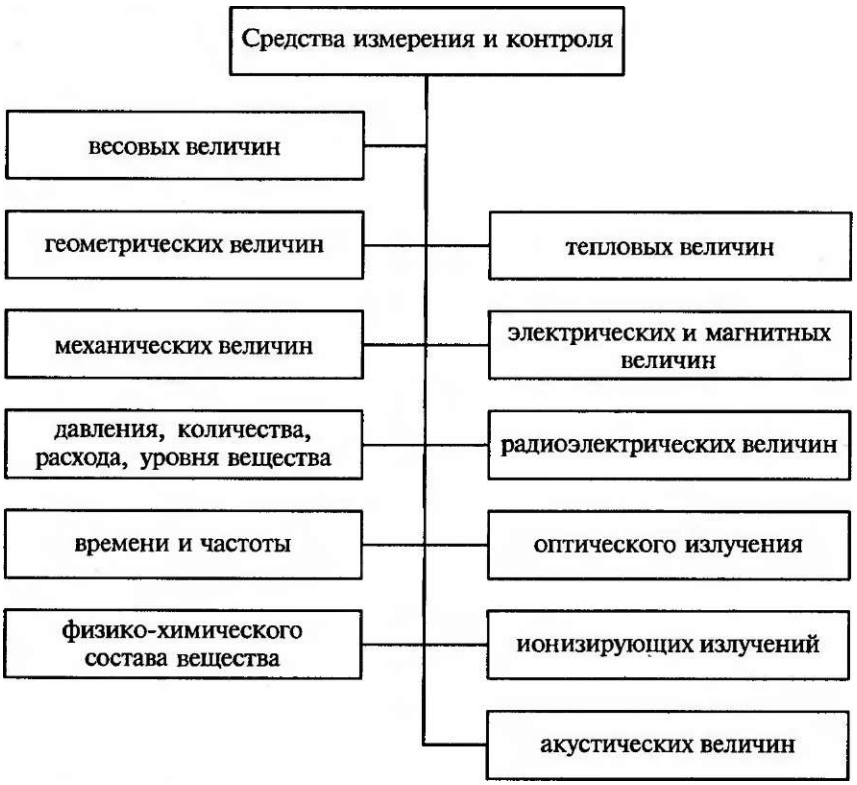


Рис. 1 Классификация средств измерения и контроля по типу физических величин

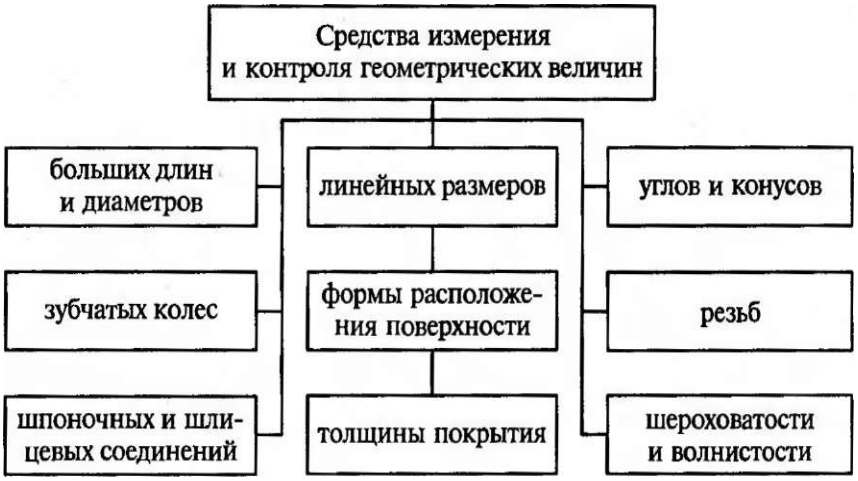


Рис. 2. Классификация средств измерения и
контроля по виду измеряемых

Универсальные измерительные инструменты и приборы нашли широкое применение в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также для определения численных величин и отклонений, отклонений от правильной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей (при отсутствии специальных приспособлений), при наладке станков, при особо ответственных измерениях во всех видах производств, включая массовое и крупносерийное.

Все средства измерения и контроля, применяемые для измерения линейных величин, можно разделить на контрольно-измерительные инструменты и измерительные приборы.

К первой группе относят:

- инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности;

- плоскопараллельные концевые меры длины (плитки);

- штриховые инструменты, воспроизводящие любое кратное или дробное значение единицы измерения в пределах шкалы (штанген инструменты, угломеры с ониусом);

- микрометрические инструменты, основанные на действии винтовой пары (микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры).

К группе измерительных приборов (вторая группа) относят:

- рычажно-механические (индикаторы, индикаторные нутромеры, рычажные скобы, миниметры);

- оптико-механические (оптиметры, инструментальные микроскопы, проекторы, интерферометры);

- электрические (профилометры и др.). Указанные выше измерительные средства являются точным, дорогостоящим инструментом, поэтому при пользовании им и хранении необходимо соблюдать правила, изложенные в соответствующих инструкциях.

Штангенинструменты

Штангенинструменты являются распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

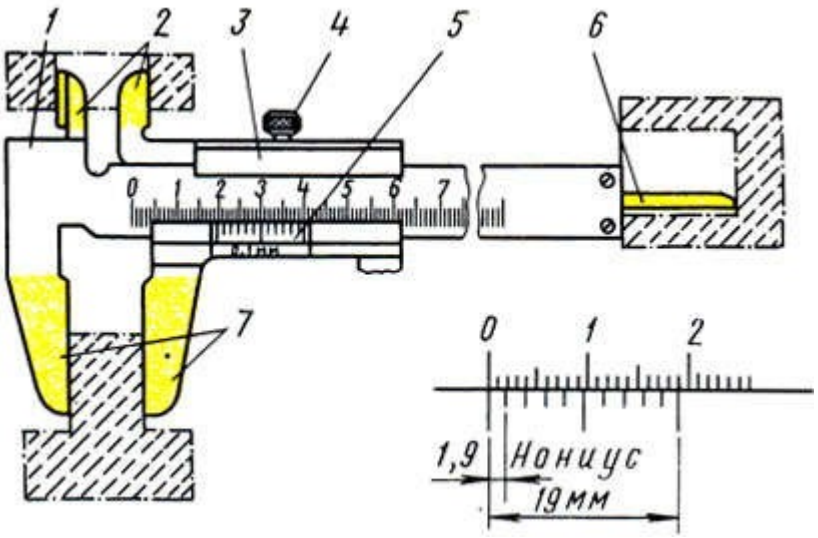


Рис. 3. Штангенциркуль ШЦ-I: 1 - штанга, 2,7 - губки, 3 - подвижная рамка, 4 - зажим, 5 - шкала нониуса, 6 - линейка глубиномера

Штангенциркули применяют трех типов: ШЦ-I, ШЦ-II и ШЦ-III. Штангенциркули изготовляют с пределами измерений 0-125 мм (ШЦ-1); 0-160 (ЩЦ-II); 0 - 400 (ШЦ-III) и с величиной отсчета 0,1 мм (ШЦ-I); 0,05 (ШЦ-II и ШЦ-III).

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 3) применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль имеет штангу 1, на которой нанесена шкала с основными миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются измерительные губки 2 и 7, а на другом конце линейка 6 для измерения глубин. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками.

Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом 4. Нижние губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 - для внутренних размеров. На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5 с дробными делениями, называемая нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т. е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей; следовательно, каждое деление нониуса равно 19 : 10 = 1,9 мм, т. е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм (2,0 - 1,9 = 0,1). При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний - 10-й штрих нониуса - с 19-м штрихом шкалы.

При измерении губки 7 должны прилегать друг к другу без просветов. Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги. При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 4, а). Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.

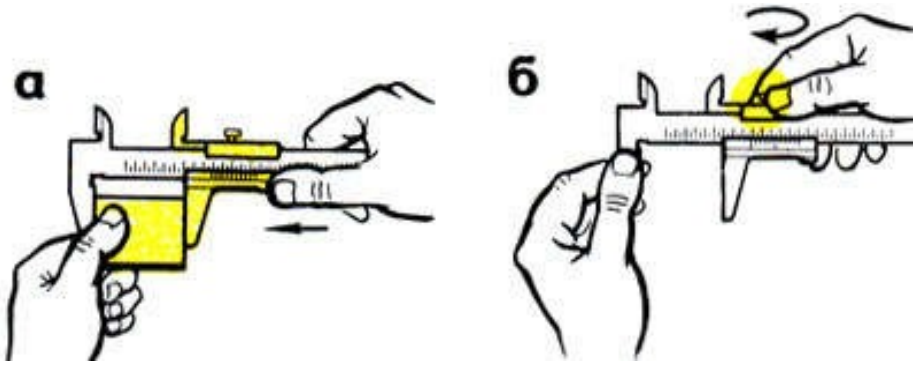


Рис. 4. Приемы измерения: а - установка инструмента на деталь, б - закрепление рамки

Рамку закрепляют зажимом большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги

(рис. 4, б). При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами (рис. 5, а). Целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рис. 5 б.

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 6, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений и разметки. Это инструмент высокой точности. Верхние губки штангенциркуля заострены и используются для разметочных работ.

Для точной установки подвижной рамки относительно штанги штангенциркуль снабжен микрометрической подачей (винт и гайка).

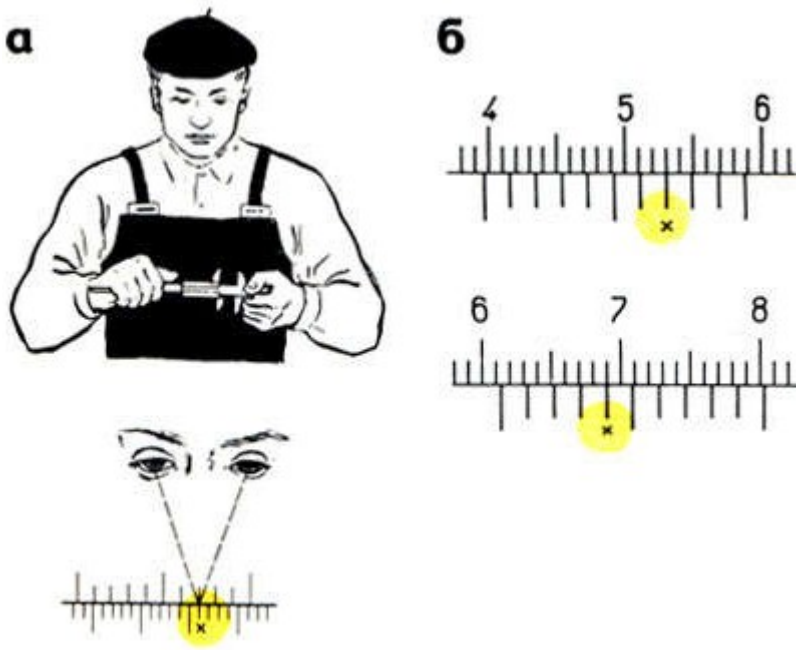


Рис. 5. Чтение показаний штангенциркуля: а - положение глаз, б - примеры отсчета размера: 39 + 0,1 × 7 = 39,7; 61 + 0,1 × 4 = 61,4

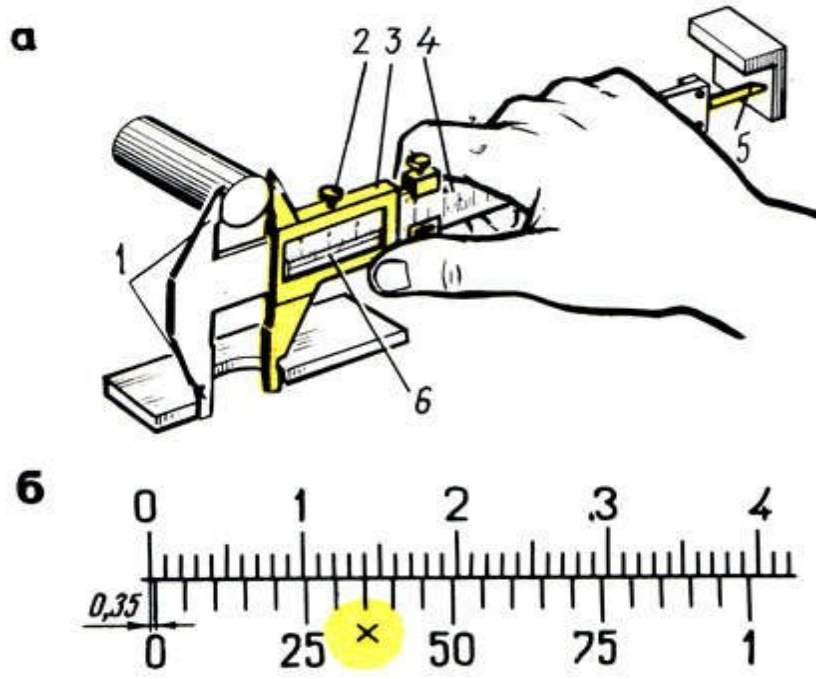


Рис. 6. Штангенциркуль ШЦ-11: а - устройство, б - пример отсчета,1 - губки, 2 - зажимы, 3 - рамка, 4 - штанга (0,05 × 7 = 0,35); 5 - глубиномер, 6 - шкала нониуса

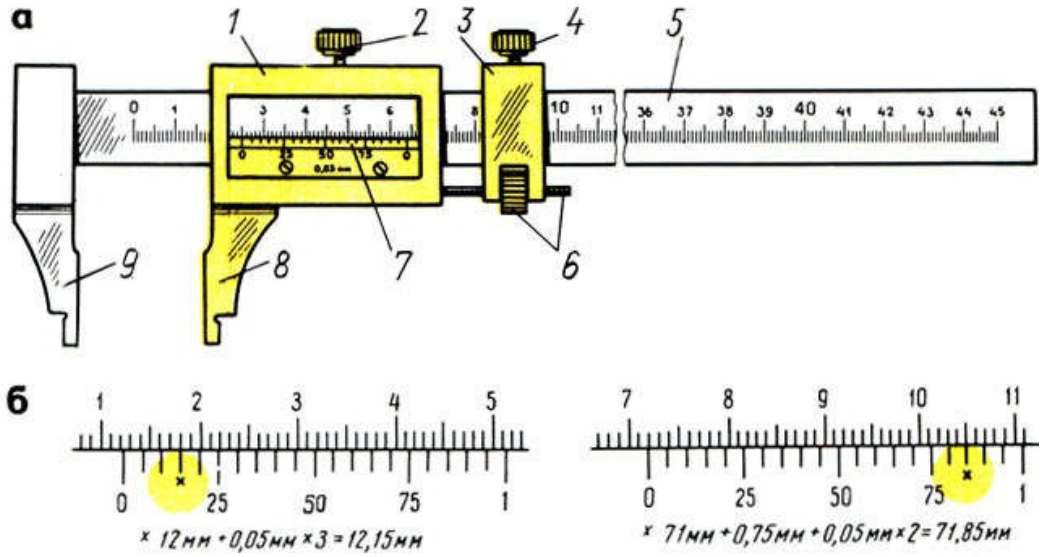


Рис. 7. Штангенциркуль ШЦ-III: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - подвижная рамка, 2 - зажим рамки, 3 - рамка микрометрической подачи, 4 - зажим рамки микрометрической подачи, 5 - штанга с делениями, 6 - микрометрическая подача, 7 - нониус, 8 - подвижная губка, 9 - неподвижная губка

Деления на штанге 4 нанесены через один миллиметр. Шкала нониуса 6 длиной 39 мм разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса равно 1,95 мм (39 : 20 =

1,95), т. е. короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкале штанги, на 0,05 мм (2-1,95 = 0,05).

Перед измерением необходимо убедиться в совпадении нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом штанги.

Для грубых измерений рамку 3 перемещают по штанге до плотного прилегания губок 7 к поверхности измеряемой детали и после закрепления зажимом 2 производят отсчёт. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей.

На рис. 6, б показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля с величиной отсчета 0,05 мм. Дробная величина 0,35 мм получена в результате умножения величины отсчета (0,05 мм) на порядковый номер штриха нониуса, т. е. седьмого (крестиком указан 7-й штрих нониуса), совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления: 0,05 мм × 7 = 0,35 мм. Для ускорения отсчета используют цифры нониуса 25, 50 и т.

д., обозначающие сотые доли миллиметра.

Штангенциркуль ШЦ-Ш (рис. 7, а) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений. Этот штангенциркуль применяется реже.

Штангенциркуль ШЦ-III состоит из подвижной рамки 7, зажима 2 этой рамки, рамки микрометрической подачи 3, зажима рамки микрометрической подачи 4, штанги 5 с миллиметровыми делениями, гайки и винта микрометрической подачи 6, нониуса 7, подвижной измерительной губки 9 и неподвижной измерительной губки 9. Измерение и порядок отсчета выполняют так же, как и по штангенциркулю ШЦ-II (рис. 7, б).

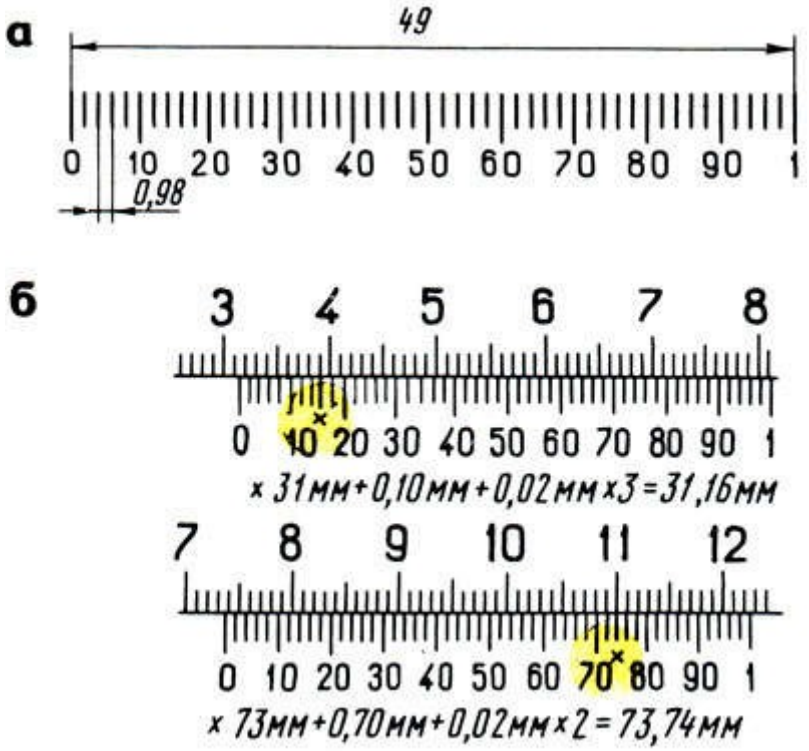


Рис. 8. Нониус штангенциркуля с величиной отсчета 0,02 мм (а), примеры отсчета (б)

Штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм промышленностью не выпускаются, но на производстве еще их используют.

Нониус в этом штангенциркуле имеет длину 49 мм (рис. 8, а), разделен на 50 частей. Одно деление нониуса составляет: 49 : 50 = 0,98 мм, что на 0,02 мм меньше миллиметра. Устройство нониуса этого штангенциркуля показано на рис. 10, а, а примеры отсчета - на рис. 8, б. При измерении штангенциркулями внутренних размеров к показаниям штангенциркуля добавляется толщина губок, указанная на них.

Штангенглубиномер служит для измерения высот, глубины глухих отверстий, канавок, пазов, выступов. Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерений 0 - 250 (величина отсчета по нониусу 0,05 мм) и 0 - 500 мм (величина отсчета по нониусу 0,1 мм).

Штангенглубиномер (рис. 9, а) состоит из основания 9 с рамкой 8 и нониусом 1, зажима рамки 2, штанги 5 с миллиметровыми делениями, микрометрической подачи (винт 6 и гайка 7) и зажима 3. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служит плоское основание 9 и торец 10 штанги.

Перед измерением штангенглубиномером проверяют нулевое положение инструмента. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с плитой (рис. 9, в) или лекальной линейкой (рис. 9, б) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

При измерении основание 9 (рис.9, а) ставят на измеряемую поверхность (рис. 9,г) детали, от которой начинается измерение, и прижимают основание левой рукой к измеряемой поверхности, а правой рукой штангу 5 передвигают от упора в другую поверхность, до которой измеряют расстояние. В этом положении рамку 4 микрометрической подачи стопорят зажимом 3. Затем вращают гайку 7, после чего рамку 8 стопорят зажимом 2.

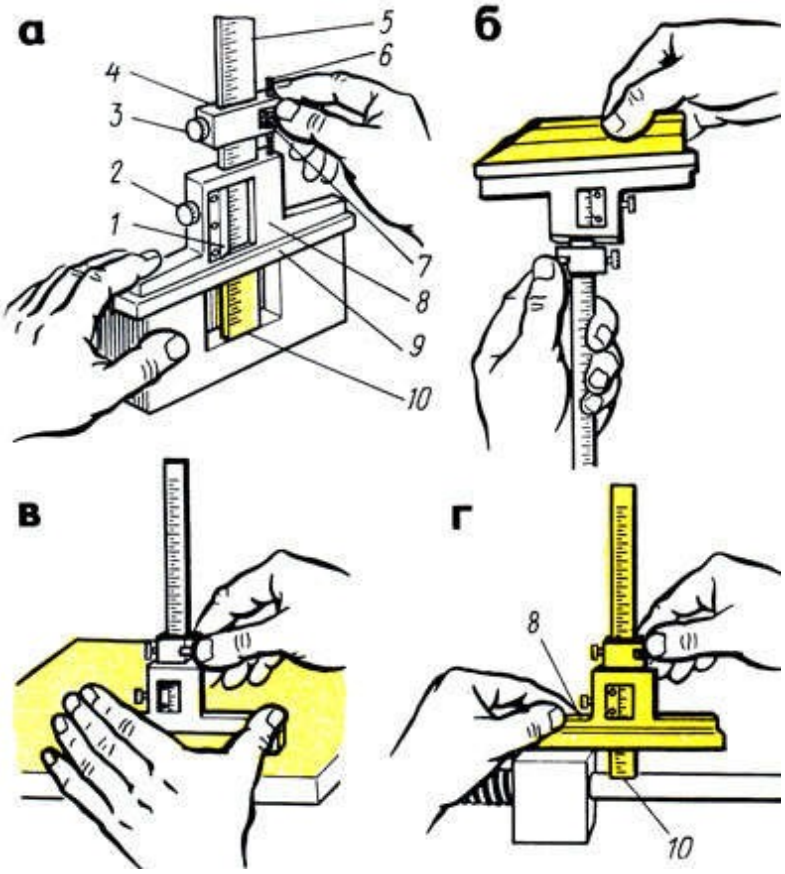


Рис. 9. Штангенглубиномер: а - устройство, б - проверка нулевого положения лекальной линейкой, в - проверка нулевого положения на плите, г - прием измерения; 1 - нониус, 2, 3 - зажимы, 4 - рамка микрометрической подачи, 5 - штанга, 6 - винт микроподачи, 7 - гайка, 8 - рамка, 9 - основание, 10 - торец штанги

Результат измерения отсчитывается так же, как и по штангенциркулю, - по основной шкале (целые миллиметры) и по нониусу 7 (дробные доли миллиметра).

В некоторых случаях для измерения труднодоступных мест применяют штанги с изогнутым концом.

Штангенрейсмасы предназначаются для измерения высот от плоских поверхностей и точной разметки.

Штангенрейсмас (рис. 10, а, 6) состоит из основания 9 в котором жестко закреплена штанга 8 со шкалой; рамки 7 с нониусом 5 и стопорным винтом 6; устройства для микрометрической подачи 4, включающего движок, винт, гайку и стопорный винт; сменных ножек 7 для разметки с острием и для измерения высоты, с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острых ребер шириной не более 0,2 мм); стопорного винта 2 для закрепления ножки 1 и державки 3 на выступе рамки 7 для игл различной длины.

Для проверки нулевого отсчета перед использованием штангенрейсмас устанавливают на поверочную плиту и рамку опускают вниз до соприкосновения измерительной поверхности ножки с плитой (рис. 11, а), при этом нулевой штрих шкалы нониуса должен совпадать с нулевым штрихом шкалы. Если штангенрейсмас имеет нижние пределы измерения выше 40 мм, то проверка производится установкой под ножку плоскопараллельных плиток (рис. 11, б). При отсутствии зазора между ножкой и плитой (или концевой мерой, равной нижнему пределу) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпасть.

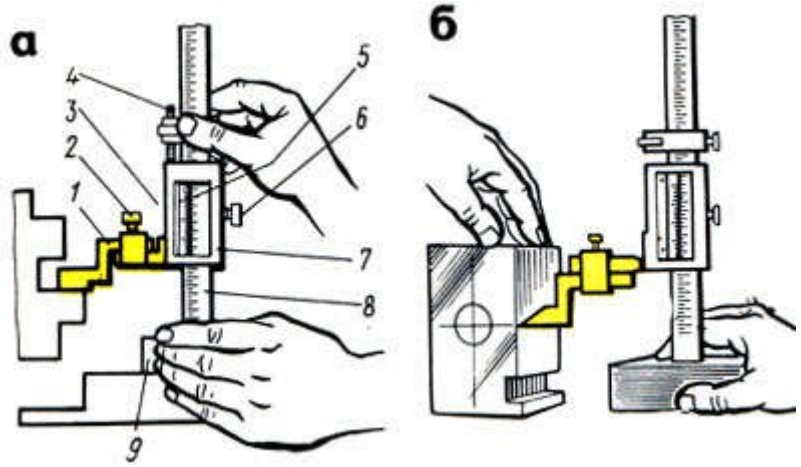


Рис. 10. Штангенрейсмас: а - прием измерения, б - прием разметки; 1 - сменные ножки для измерения, 2, 6 - стопорные винты, 3 - державка, 4 - микроподача, 5 - нониус, 7 - рамка, 8 - штанга, 9 - основание

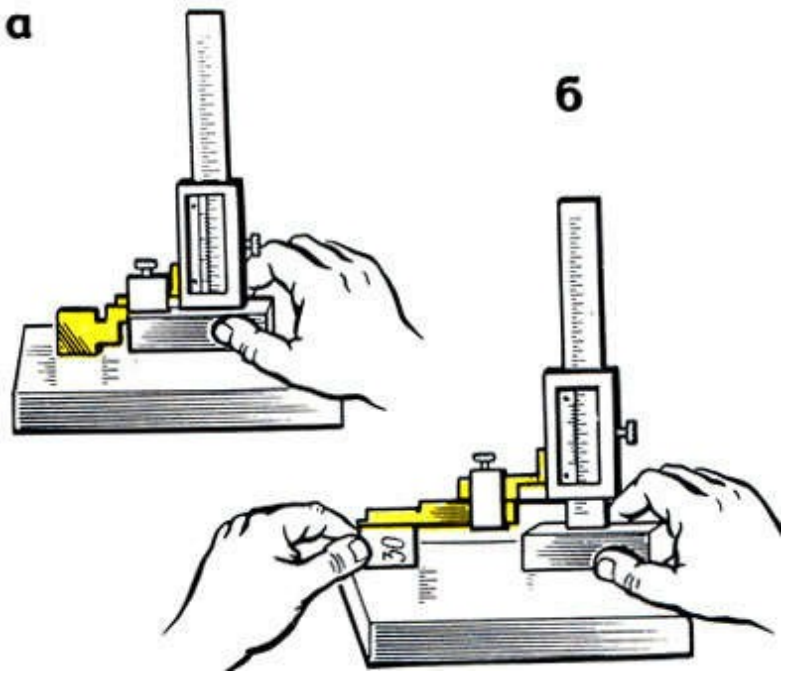


Рис. 11. Проверка нулевого положения штангенрейсмаса: а - на плите, б - при помощи плоскопараллельных концевых мер длины (плиток)

При измерении (см. рис. 10, а) левой рукой прижимают основание к плите и подводят ножку к проверяемой поверхности, затем правой рукой при помощи микрометрической подачи 4 доводят измерительную ножку до соприкосновения нижней части ножки с проверяемой поверхностью. При разметке (см. рис. 10, б) правой рукой устанавливают требуемый размер (высоту), слегка прижимают левой рукой основание к плите, перемещая штангенрейсмас относительно размечаемой детали. Острием ножки наносят риски.

Показания штангенрейсмаса читают так же, как и штангенциркуля. При измерении высоты верхней измерительной плоскостью необходимо к полученному размеру прибавить высоту ножек.

Микрометрические инструменты

Микрометр - прибор для измерения линейных размеров контактным способом. Изготовляют следующие типы микрометров:

МК - микрометры гладкие для измерения наружных размеров;

МЛ - микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ - микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ - микрометры зубомерные для измерения зубчатых колес.

Микрометры типа МК выпускают с пределами: 0-5; 0-10; 0-15; 0-25; 25-50 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 500 - 600 мм.

Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжают установочными мерами (цилиндрические стержни, имеющие точную форму).

Микрометр (рис. 12, а) имеет скобу 1 с пяткой 2 на одном конце, втулку-стебель 5 на другом, внутрь которой ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше ее - полумиллиметровые деления. Винт 3 жестко связан с барабаном 6, на конической части барабана нанесена шкала (нониус) с 50 делениями.

На головке микрометрического винта имеется устройство (трещотка) 7, обеспечивающее постоянное измерительное усилие. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 гс она не вращает винт, а проворачивается. Для фиксирования полученного размера детали служит стопор 4. Шаг микрометрического винта 3 равен 0,5 мм (рис. 12, б). Так как на скосе барабан 6 по окружности разделен на 50 равных частей (рис. 12, в), то при повороте на одно деление барабана микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на 1/50 шага, т. е. 0,5 мм : 50 = 0,01 мм.

Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. При проверке микрометра с пределами измерения 0 - 25 мм

протирают замшей измерительные плоскости пятки и микрометрического винта, затем медленно сводят их до соприкосновения. Для этого медленно вращают трещотку 7, пока она не начнет проворачиваться, издавая характерный треск. Медленное вращение трещотки необходимо потому, что скорость вращения винта влияет на величину измерительного усилия.

При проверке микрометров с пределами измерения 25 - 50, 50 - 75 мм и т. д. между измерительными плоскостями микрометрического винта и пятки помещают либо установочную меру 8, либо мерительную плитку, соответствующую нижнему пределу измерения, т. е. 25, 50, 75 и т. д. Измерительные плоскости сближаются так же, как и у микрометров с пределом измерения 0 - 25 мм.

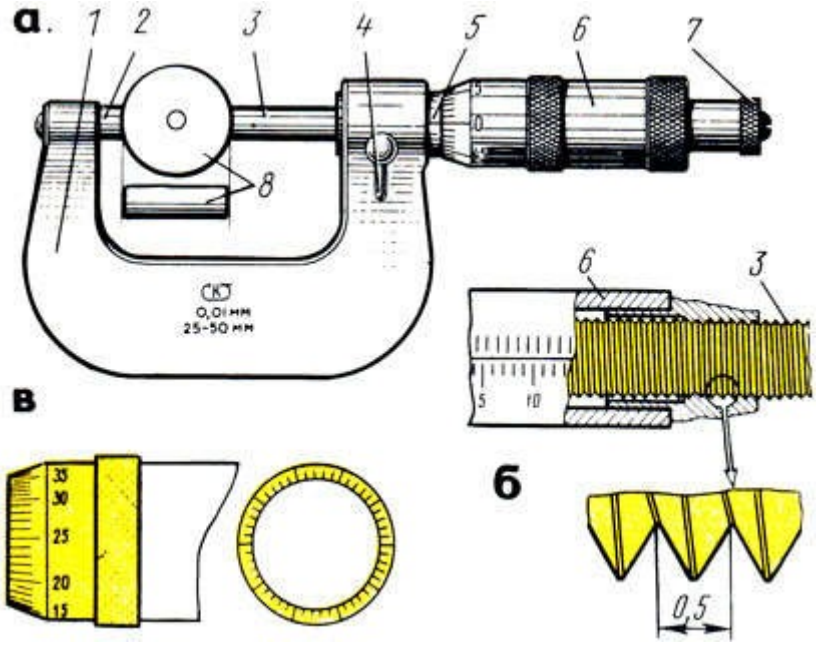


Рис. 12. Микрометр: а - устройство, б - микрометрический винт, в - барабан; 1 - скоба, 2 - пятка, 3 - винт, 4 - стопор, 5 - стебель, 6 - барабан, 7 - трещотка, 8 - установочные меры

Если при проверке окажется, что нулевое деление барабана 6 не совпадет с продольным штрихом на стебле 5, еще раз выполняют установку на нуль в таком порядке: закрепляют микровинт стопором; разъединяют барабан с микровинтом; устанавливают барабан и закрепляют его; проверяют нулевое положение.

Перекос измерительных поверхностей микрометрического винта при зажатии стопором не должен превышать у микрометров

с пределами измерения до 100 мм - 1 мкм, а для микрометров с пределами измерения более 100 мм - 2 мкм.

Перед измерением проверяемую деталь закрепляют в тисках или в приспособлении, протирают измерительные поверхности и устанавливают микрометр на размер несколько больше проверяемого, затем микрометр (рис. 13, а, в) берут левой рукой за скобу 1, а измеряемую деталь 3 помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4. Плавно вращая трещотку, прижимают торцом микрометрического винта 4 деталь 3 к пятке 2 до тех пор, пока трещотка 5 не начнет провертываться и пощелкивать. Установка микрометра на нуль показана на рис. 15, 6.

При измерении диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр (рис. 13, в).

При чтении показаний микрометра целые миллиметры отсчитывают по краю скоса барабана по нижней шкале, полу миллиметры - по числу делений верхней шкалы стебля. Сотые доли миллиметра определяют на конической части барабана по порядковому номеру (не считая нулевого) штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля.

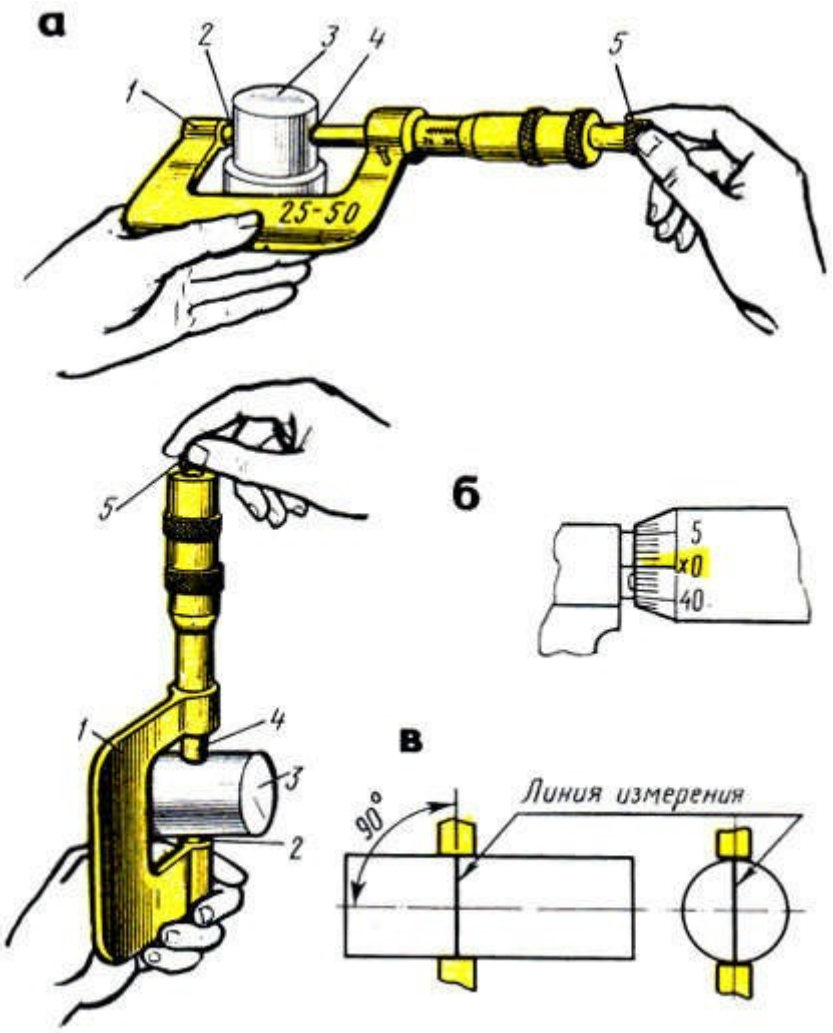


Рис. 13. Приемы использования микрометра: а - измерение деталей в вертикальном и горизонтальном положениях, б - установка микрометра на нуль, в - установка микрометра на деталь

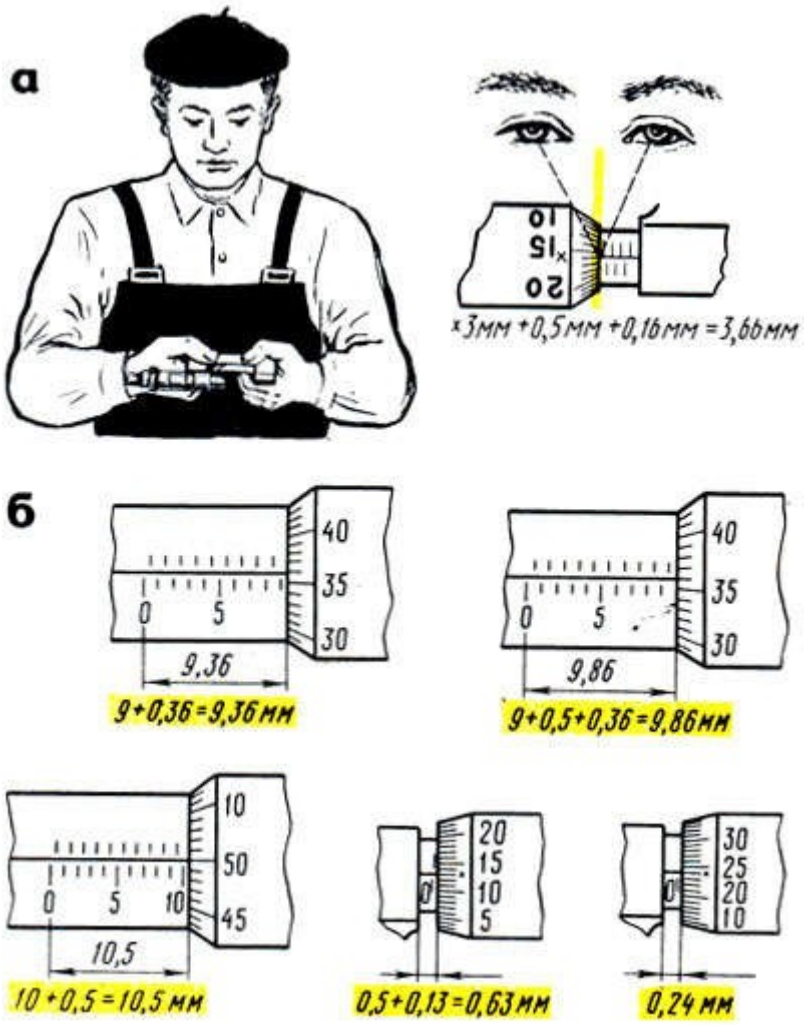


Рис. 14. Чтение показаний микрометра: а - положение глаз, б - примеры отсчета

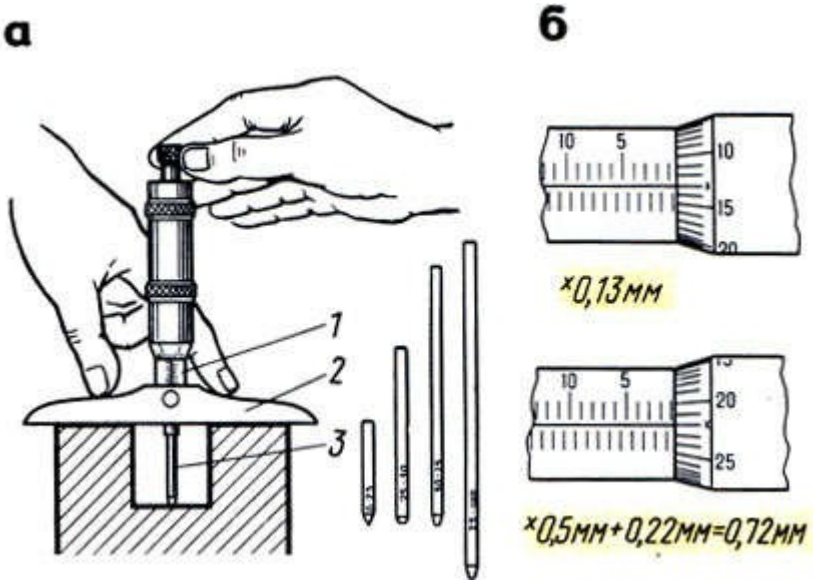


Рис. 15. Микрометрический глубиномер: а - устройство, б - примеры отсчета; 1 - стебель, 2 - основание, 3 - сменные стержни

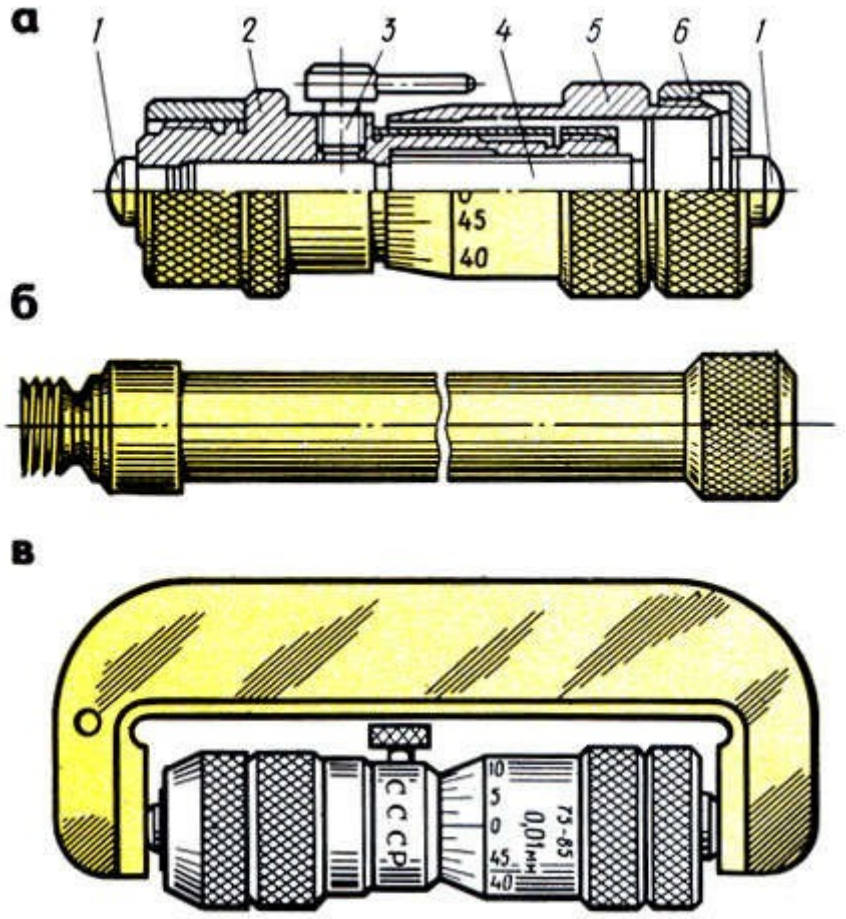


Рис. 16. Микрометрический нутромер (штихмасс): а - устройство, б - удлинительный стержень, в - проверка нулевого положения; 1 - измерительные поверхности, 2 - стебель, 3 - стопор, 4 - микрометрический винт, 5 - барабан, 6 - гайка

При чтении показаний микрометр держат прямо перед глазами (рис. 14, а). Примеры отсчета показаны на рис. 14, 6.

Микрометрический глубиномер с точностью измерения 0,01 мм (рис. 15, а) применяют для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм. Глубиномеры изготовляют со сменными измерительными стержнями для измерений в пределах 0 - 25; 25 - 50; 50 - 75 и 75 - 100 мм. Изменение пределов измерения достигается присоединением сменных стержней. Шаг резьбы микрометрического винта 1 (стебель) - 0,5 мм. Изменение пределов измерений достигается присоединением сменных измерительных стержней 3.

Перед измерением проверяют нулевое положение глубиномера. При измерении левой рукой прижимают основание 2 глубиномера к верхней поверхности детали, а правой при помощи трещотки в конце хода доводят измерительный стержень до соприкосновения с

другой поверхностью детали. Затем стопорят микрометрический винт и читают размер.

При чтении показаний надо иметь в виду, что при ввинчивании микрометрического винта глубиномера показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются. Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке: на стебле цифры увеличиваются справа налево, а на барабане - по часовой стрелке (рис. 15, б).

Микрометрический нутромер (штихмасс) с ценой деления 0,01 мм (рис. 16, а) предназначен для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм. Микрометрические нутромеры изготовляют с пределами измерений: 50-75; 75-175; 75-600; 150 - 1250; 800-2500; 1250-4000; 2500-6000; 4000-10 000 мм. Нутромеры с пределами измерений 1250 - 4000 мм и более поставляют с двумя головками: микрометрической и микрометрической с индикатором.

Шаг резьбы микрометрической винтовой пары нутромера равен 0,5 мм. Микрометрический нутромер имеет стебель 2 (рис. 16, а), в отверстие которого вставлен микрометрический винт 4. Концы стебля и микрометрический винт имеют сферические измерительные поверхности 1.

На винт насажен барабан 5 с установочной гайкой 6. В установленном положении микровинт закрепляют стопором 3.

Для измерения отверстий размером более 63 мм используют удлинительные стержни (рис. 16, б) с размерами: 25; 50; 100; 150; 200 и 600 мм. Без удлинителей можно измерять размеры от 50 до 63 мм. Перед навинчиванием удлинителя со стебля свинчивают гайку 6, после присоединения удлинителя ее навинчивают на резьбовой конец последнего стержня.

Перед измерением микрометрическую головку устанавливают по установочной мере (скобе) на исходный размер, проверяют нулевое положение, затем выбирают наименьшее количество соответствующих удлинителей.

Измерение нутромером отверстий производят по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Левой рукой прижимают измерительный наконечник к одной поверхности, а правой рукой вращают барабан до легкого соприкосновения с другой

поверхностью (рис. 17,а,б). Отыскав наибольший размер, стопорят микровинт и читают размер.

Правильное положение микрометрического нутромера находят покачиванием головки нутромера при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью.

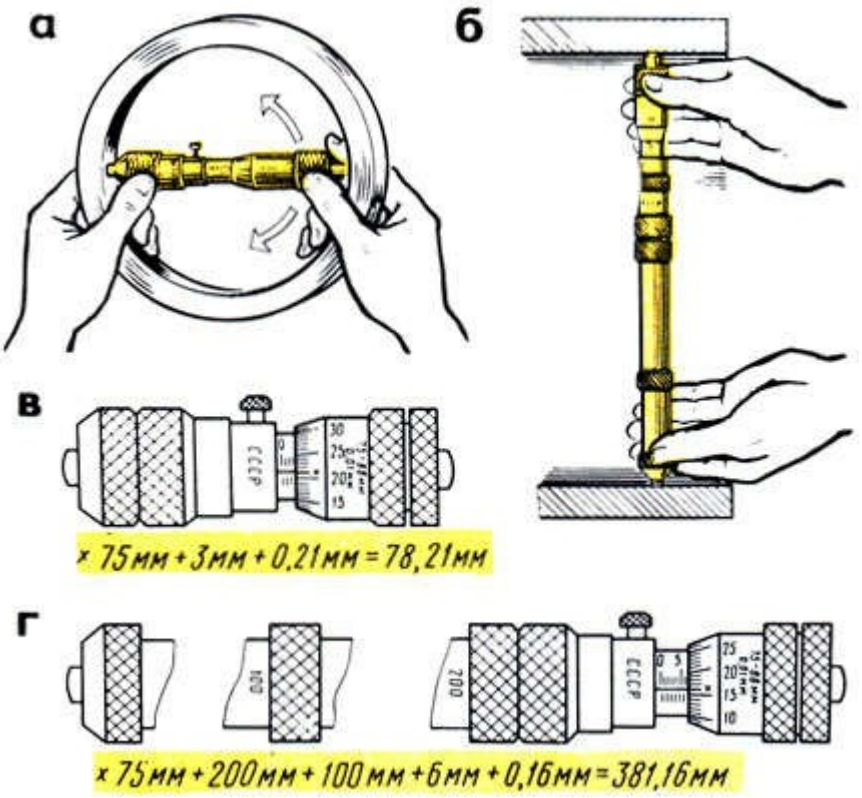


Рис. 17. Приемы измерения: а - цилиндрических отверстий, без применения и с применением удлинителей, б - параллельности деталей, в, г - примеры отсчета

Для отсчета показаний на стебле нутромера имеется шкала длиной 13 мм с полу миллиметровыми и миллиметровыми делениями. Вторая шкала нанесена на конической части барабана, она имеет 50 делений по окружности. По этой шкале и отсчитывают сотые доли миллиметра.

Показания микрометрического нутромера читают так: к предельному размеру микрометрической головки (75 мм) прибавляют показания на стебле (в данном случае 3 мм), а затем показания на скосе барабана (0,21 мм). Следовательно, показание будет 75 мм + 3 мм + 0,21 мм = 78,21 мм (рис. 17, в).

При чтении показаний с удлинителями к показанию микрометрической головки прибавляют длину удлинителей,

например: к микрометрической головке присоединены удлинители 200 и 100 мм. Показание (рис. 17,г) будет:

75 мм + 200 мм + 100 мм + 6 мм + 0,16 мм = 381,16 мм.

Рычажно-механические приборы

Принцип действия рычажно-механических приборов (инструментов) основан на использовании специального передаточного механизма, который преобразует незначительные перемещения измерительного стержня в увеличенные и удобные для отсчета перемещения стрелки по шкале.

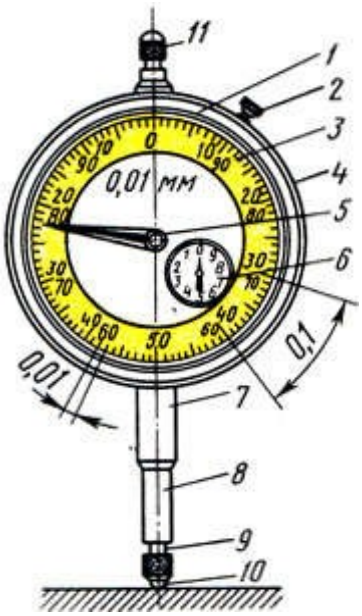


Рис. 18. Индикатор часового типа: 1 - корпус, 2 - стопор, 3 - циферблат, 4 - ободок, 5 - стрелка, 6 - указатель, 7 - гильза, 8 - измерительный стержень, 9 - наконечник, 10 - рабочий конец, 11 - головка

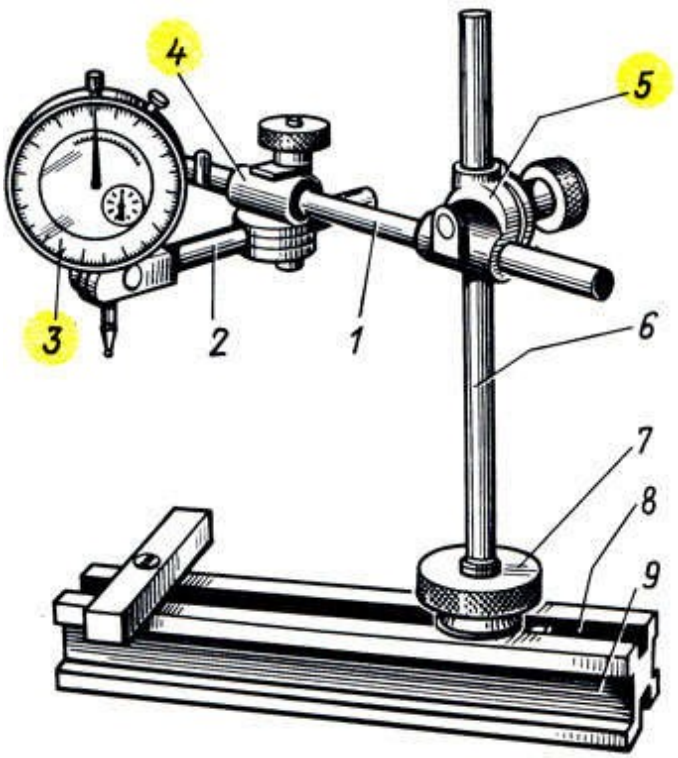


Рис. 19. Универсальная индикаторная стойка: 1,2 - стержни, 3 - индикатор, 4,5 - муфты, 6 - вертикальный стержень, 7 - гайка, 8 - паз, 9 - призма

Индикаторы предназначаются для относительного, или сравнительного, измерения и проверки отклонений от формы, размеров, а также взаимного расположения поверхностей детали. Этими инструментами проверяют горизонтальность и вертикальность положения поверхностей отдельных деталей (столов, станков и т. п.), а также овальность, конусность валов, цилиндров и др. Кроме того, индикаторами проверяют биение зубчатых колес, шкивов, шпинделей и других вращающихся деталей (рис. 18).

Индикаторы бывают часового и рычажного типов; шире применяют индикаторы часового типа, которые в сочетании с нутромерами, глубиномерами и другими инструментами используются для измерения внутренних и наружных размеров, параллельности, плоскостности и т. д.

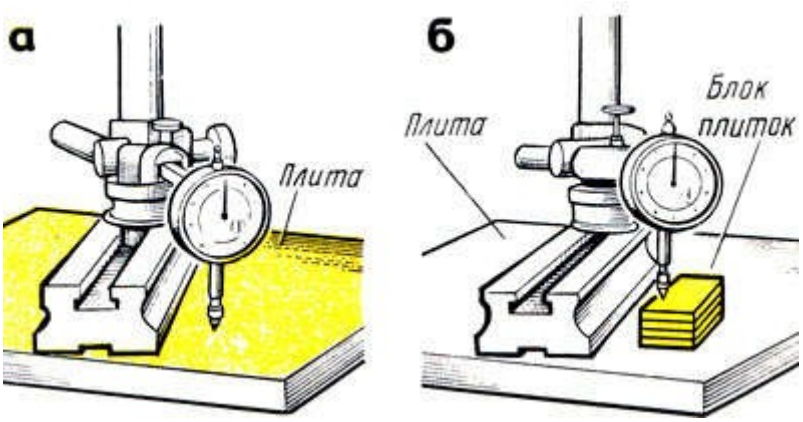


Рис. 20. Установка индикатора в начальное положение: а - соприкосновением с поверхностью стола (плиты), б - с поверхностью установочной меры

Конструкцию индикатора часового типа с зубчатой передачей с ценой деления 0,01 мм изготовляют двух типов: ИЧ - с перемещением измерительного стержня параллельно шкале; ИТ - торцовые с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале.

Индикаторы типа ИЧ изготовляют следующих типоразмеров: с пределами измерений 0 - 2, 0 - 5 и 0 - 10 мм.

Индикаторы типа ИТ изготовляют с пределами измерений 0 - 2 мм.

Широко применяемый индикатор ИЧ (часового) типа (рис. 18) имеет металлический корпус 1 в форме часов, в котором заключен механизм прибора. Через корпус индикатора проходит измерительный стержень В с выступающим наружу наконечником 9, всегда находящимся под воздействием пружины. Если нажать на стержень снизу вверх, он переместится в осевом направлении и при этом повернет стрелку 5, которая передвинется по циферблату, имеющему шкалу в 100 делений, каждое из которых соответствует перемещению стержня на 1/100 мм. При перемещении стержня на 1 мм стрелка 5 сделает по циферблату полный оборот. Для отсчета целых оборотов служит стрелка указателя 6.

При измерениях индикатор должен быть закреплен жестко относительно исходной измеряемой поверхности.

На рис. 19 изображена универсальная стойка для крепления индикатора. Индикатор 3 при помощи стержней 1 и 2, муфт 4 и 5 закрепляется на вертикальном стержне 6, укрепленном в пазу 8

призмы 9 гайкой 7 с накаткой. При помощи муфт индикатор может быть установлен в любом положении и под разными углами.

При абсолютном (рис. 20, а) или относительном (рис. 20, 6) измерении показание индикатора приводят в некоторое начальное положение. При измерении относительным методом закрепленный на стойке индикатор настраивают по блоку плоскопараллельных концевых мер. Для этого измерительный наконечник 9 (см. рис.18) со съемным шариком 10 (он имеет форму проверяемой поверхности) приводят в соприкосновение с поверхностью стола - плиты (см. рис. 20, а) или установочной меры (см. рис. 20, 6). Индикатор подводят так, чтобы стрелка его сделала один-два оборота. Таким образом, стержню индикатора дается натяг, чтобы в процессе измерения индикатор мог показать как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения установочной меры. Стрелка при этом устанавливается против какого-либо деления шкалы. Дальнейшие отсчеты ведут от этого показания стрелки, как от начального. Для облегчения отсчетов индикатор устанавливают на нуль поворотом циферблата 3 (см. рис. 18) за рифленый ободок 4 или поворотом головки 11 (при неподвижном циферблате). Установку ободка относительно стрелки фиксируют стопором 2.

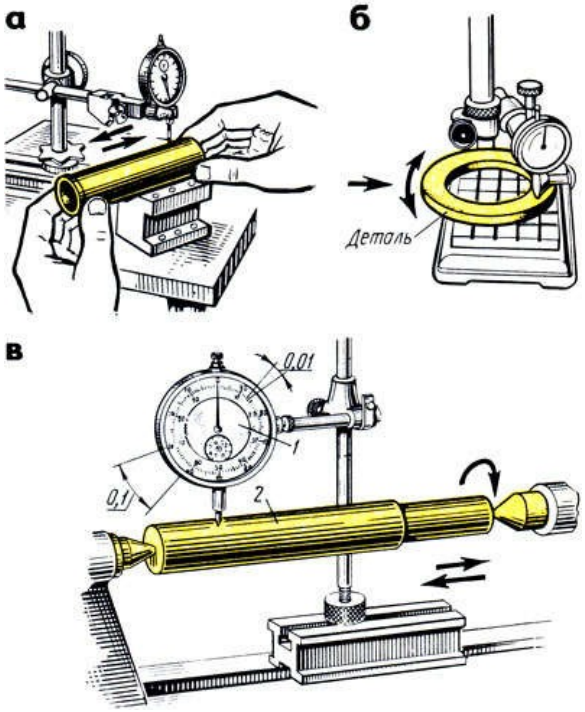


Рис. 21. Приемы проверки индикатором: а, б - перемещением деталей, в - в центрах; 1 - индикатор, 2 - деталь

Для измерения отклонения от заданного размера к детали подводят наконечник индикатора до соприкосновения с измеряемой поверхностью и замечают начальное показание стрелки 5 и указателя 6 на циферблате. Затем перемещают индикатор относительно измеряемой поверхности или измеряемую поверхность относительно индикатора (рис. 21,а,б).

Отклонение стрелки 5 (см. рис. 18) от начального положения покажет величину отклонения в сотых долях миллиметра, а отклонение стрелки указателя 6 - в целых миллиметрах. Для более точной проверки деталь 2 устанавливают в центрах (рис. 21,в) или других приспособлениях.

Индикаторные нутромеры предназначены для внутренних измерений деталей.

Индикаторный нутромер (рис. 22,а) имеет корпус 4, в который вставлена направляющая втулка 2. С одной стороны втулки помещен неподвижный измерительный стержень 7, а с другой - подвижный измерительный стержень 3.

В процессе измерения стержень 3 перемещается и его движение через толкатель 5 передается установленному в трубку 7 вертикальному штоку 6, к которому прижимается наконечник 8 индикатора 9. Прибор снабжается комплектом сменных неподвижных стержней 10.

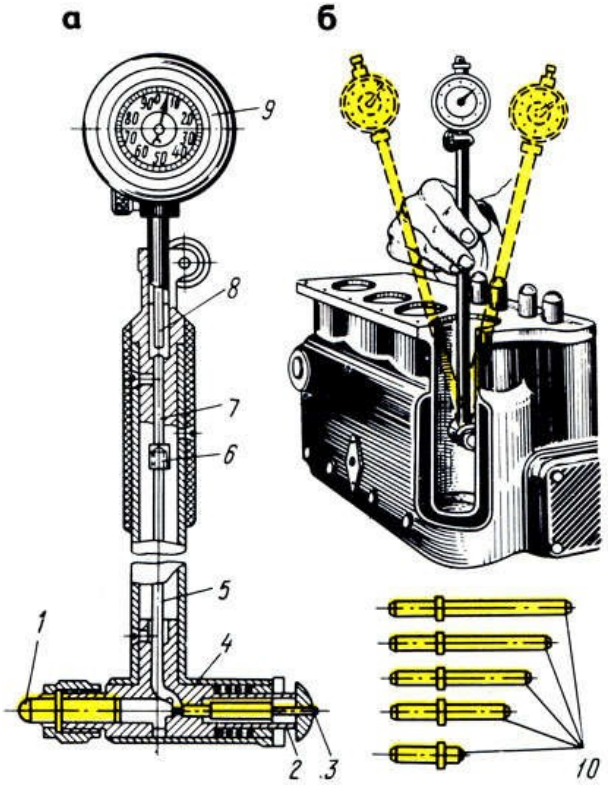


Рис. 22. Индикаторный нутромер: а - устройстве, б - прием измерения; 1,3 - измерительные стержни, 2 - направляющая втулка, 4 - корпус, 5 - толкатель, 6 - шток, 7 - трубка, 8 - наконечник, 9 - индикатор, 10 - сменные стержни

При измерении в зависимости от размера проверяемой детали нутромер ориентировочно настраивают по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или установочному кольцу, устанавливают показание на нуль.

Настроенный нутромер правой рукой берут за трубку, вводят в измеряемое отверстие и небольшим покачиванием (рис. 22,б) определяют отклонение от размера, на который был установлен индикаторный нутромер. Допустим, что нутромер был настроен на размер 68 мм (рис. 23,а). Положительные отклонения (0,06), полученные при прямом ходе, отнимают (рис. 23,а), а отрицательные (0,17) - прибавляют (рис. 23,б).

Индикаторные глубиномеры с ценой деления 0,01 мм (рис. 24,а) предназначены для измерения глубины пазов, отверстий, высоты уступов и т. д. Они снабжены набором измерительных стержней.

Измерительные стержни выбирают в зависимости от проверяемого размера и устанавливают в глубиномере. Затем устанавливают индикаторный глубиномер на нуль вращением ободка до совпадения большой стрелки с нулевым штрихом

циферблата. При измерении левой рукой слегка нажимают основание 1 (рис. 24,6) глубиномера, а правой рукой опускают измерительный стержень 4 и после его прикосновения ко дну проверяемой детали определяют отклонение. Отсчет производят так же, как у индикаторных нутромеров: положительное отклонение, полученное при прямом ходе, отнимают от размера, по которому была произведена установка глубиномера, а отрицательное - прибавляют.

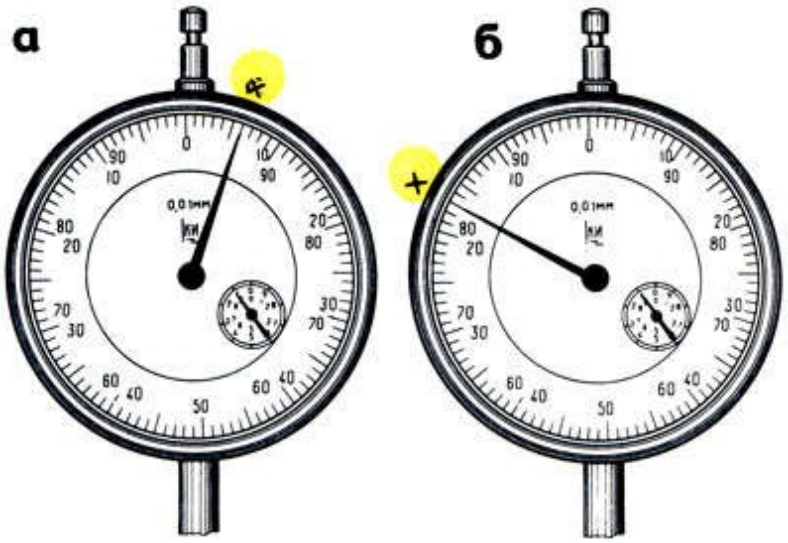


Рис. 23. Примеры отсчета на индикаторном нутромере: а - положительное отклонение, б - отрицательное отклонение

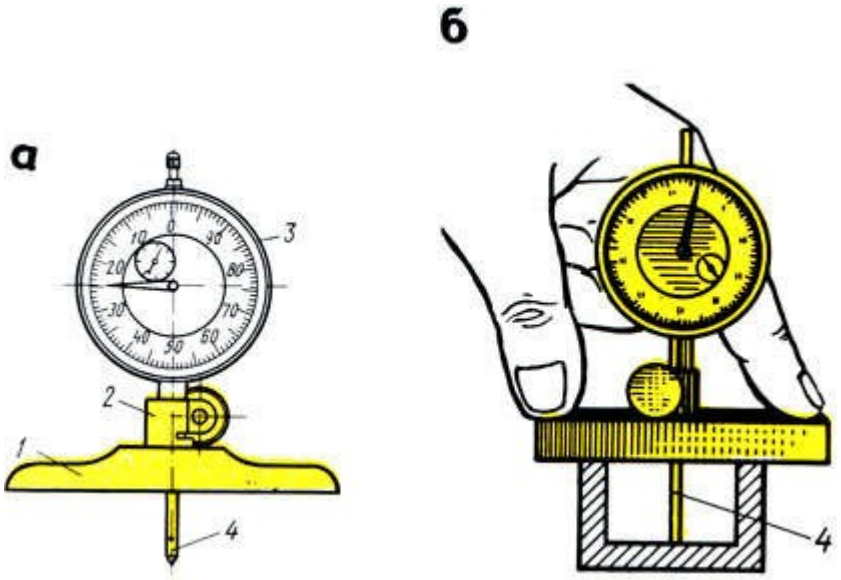


Рис. 24. Индикаторный глубиномер: а - устройство, б - прием проверки; 1 - основание, 2 - державка, 3 - индикатор, 4 - измерительный стержень

. Инструменты для измерения углов

Для измерения наружных и внутренних углов в слесарном деле применяют угольники, угломеры и угломерные плитки.

Угольники поверочные изготовляют следующих типов: УЛ - лекальные плитки (рис. 25,а), УЛП - лекальные плоские (рис. 25,б), УЛШ - лекальные с широким основанием (рис. 394,а), УЛЦ - лекальные цилиндрические (рис. 25,г), УП - слесарные плоские (рис. 25,д), УШ - слесарные с широким основанием (рис. 25,е).

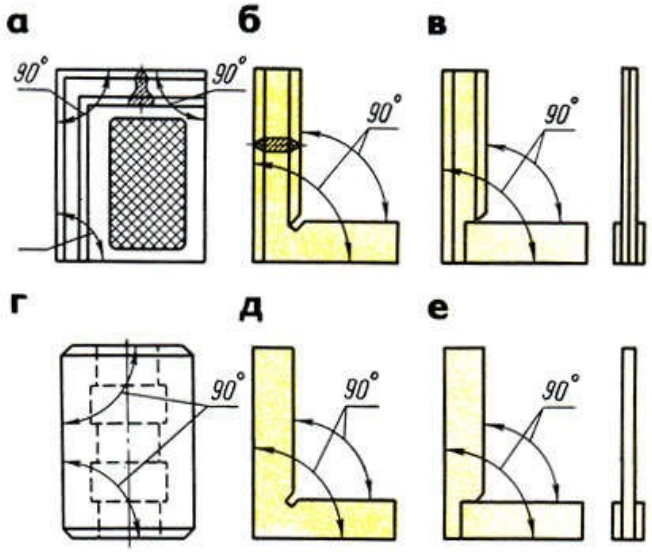


Рис. 25. Угольники: а - УП - лекальные плитки, б - УЛП - лекальные плоские, в - УЛШ - лекальные с широким основанием, г - УЛЦ - лекальные цилиндрические, д - УП - слесарные плоские, е - УШ - слесарные с широким основанием

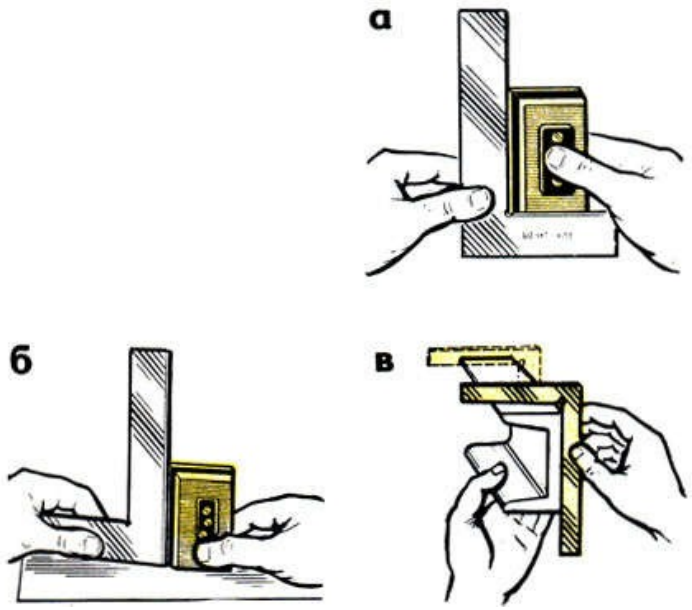


Рис. 26. Проверка углов: а - внутренней части угольника, б - наружной части, в - проверка в нескольких местах

Угольники с широким основанием (аншлажные) отличаются тем, что короткое их основание толще длинной полки. Таким угольником удобно определять отклонения в углах проверяемого изделия способом световой щели (на просвет) при установке изделия на поверочной плите.

Угольники цилиндрические применяют для этой же цели!

Для проверки прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь внутренней частью (рис. 26,а), а для проверки внутреннего угла - наружной частью (рис. 26,б). Наложив и слегка прижимая угольник, совмещают другую сторону угольника с проверяемой стороной детали и по просвету (иногда щупом) судят о точности прямого угла. Измерение производится в нескольких местах (рис. 26, в).

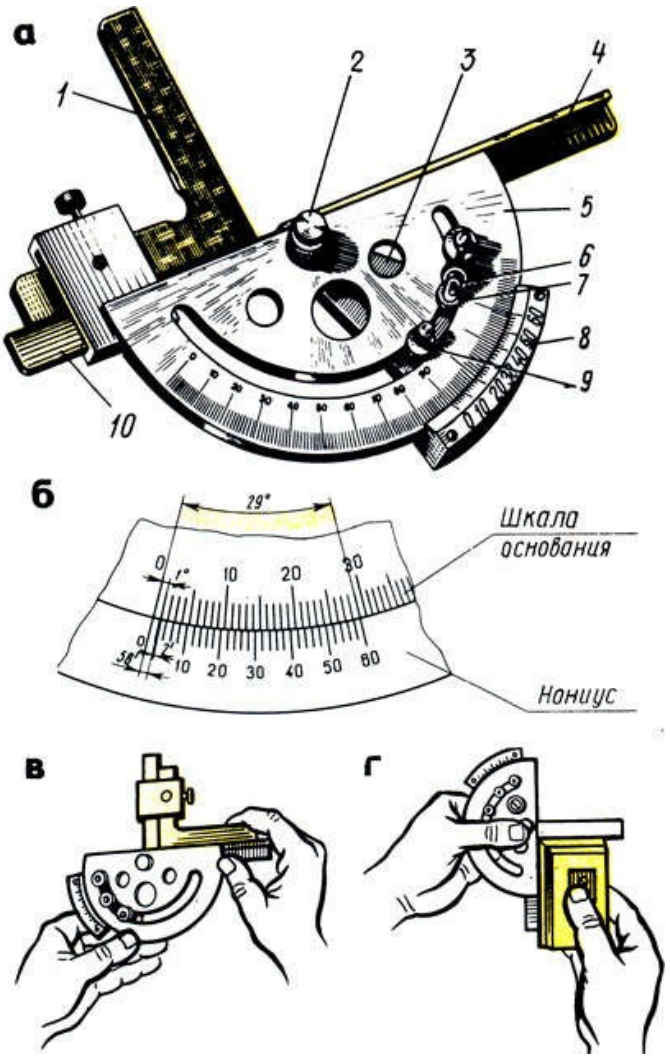


Рис. 27. Угломер УМ и его проверка : а - общий вид, б - устройство нониуса; проверка нулевого положения угломера; в - соединением измерительных поверхностей, г - лекальным угольником; 1 - угольник, 2 - ось, 3 - сектор, 4 - линейка съемная, 5 - основание (полудиск) с градуированной шкалой, 6 - микрометрическая подача, 7 - гайка, 8 - нониус, 9 - стопор, 10 - линейка подвижная

Угломеры предназначаются для измерения углов. Изготовляют следующих типов:

УН - для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°, УМ - для измерения наружных углов от 0 до 180°.

Угломер типа УМ (рис. 27,а) с величиной отсчета по шкале нониуса 2' (2 угловых минуты) предназначен для измерения наружных углов от 0 до 180°. Угломер имеет полукруглое основание (полудиск) 5 со шкалой угловых градусов, соединенное

со съемной линейкой 4 и подвижной линейкой 10, вращающейся на оси 2 вместе с сектором 3. Точность установки подвижной линейки 10 осуществляется при помощи микрометрической подачи 6 вращением гайки 7 и фиксированием стопором 9.

На секторе 3 закреплен лимб нониуса В, на лимбе сектора - шкала угловых минут. Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный 29°, разделен на 30 частей (рис. 27,6). Угол между соседними штрихами нониуса 60 × 29:30 = 58, т. е. на 2' меньше 1°.

Перед применением угломер протирают и проверяют нулевое положение: нулевые штрихи основания и нониуса должны совпадать.

При совпадении штрихов нониуса и основания между измерительными поверхностями угломера не должно быть просвета. Это проверяется соединением измерительных поверхностей (рис. 27,в) или при помощи лекального угольника (рис. 27,г).

При измерении угломер накладывают на проверяемую деталь так, чтобы линейки 4 и 10 были совмещены со сторонами измеряемого угла. Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, перемещают деталь постепенно, уменьшая просвет до полного соприкосновения. После этого (если нет просвета)фиксируют положение стопором и читают показание. Целое число градусов отсчитывают по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса.

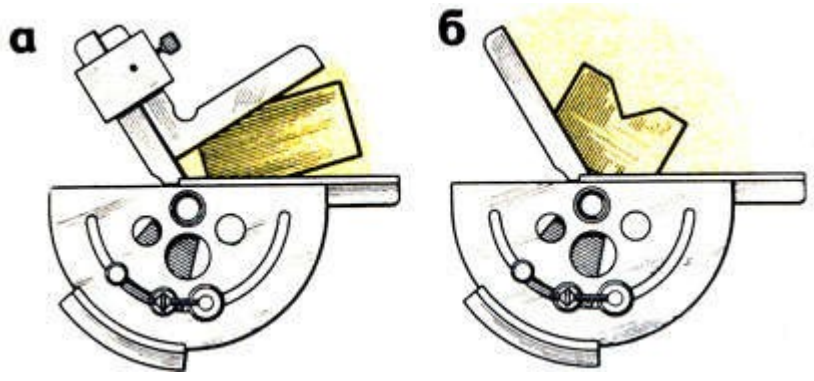


Рис. 28. Измерение углов: а - от 0° до 90°, б - от 90° до 180°

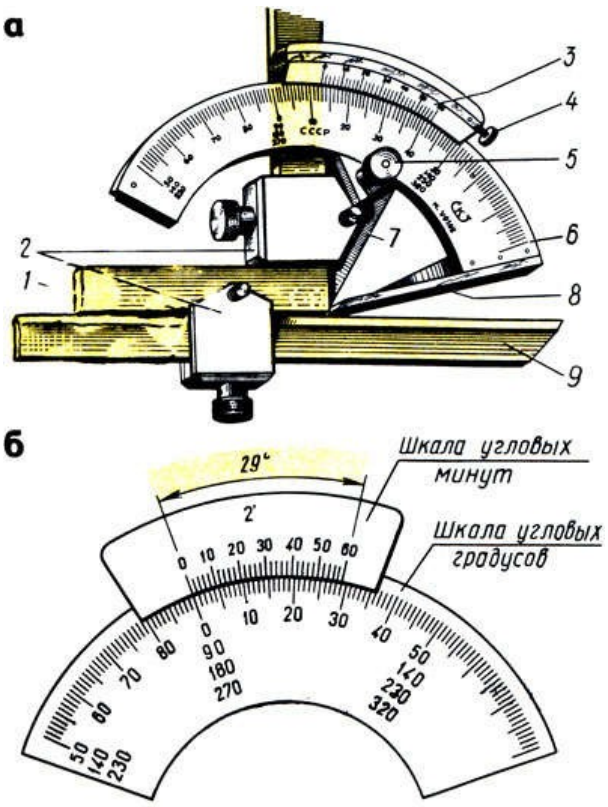


Рис. 29. Углометр УН: а - общий вид, б - устройство шкалы нониуса; 1 - угольник, 2 - державки, 3 - нониус, 4 - винт нониуса, 5 - стопор, 6 - основание, 7 - сектор, 8 - линейка основания, 9 - линейка съемная

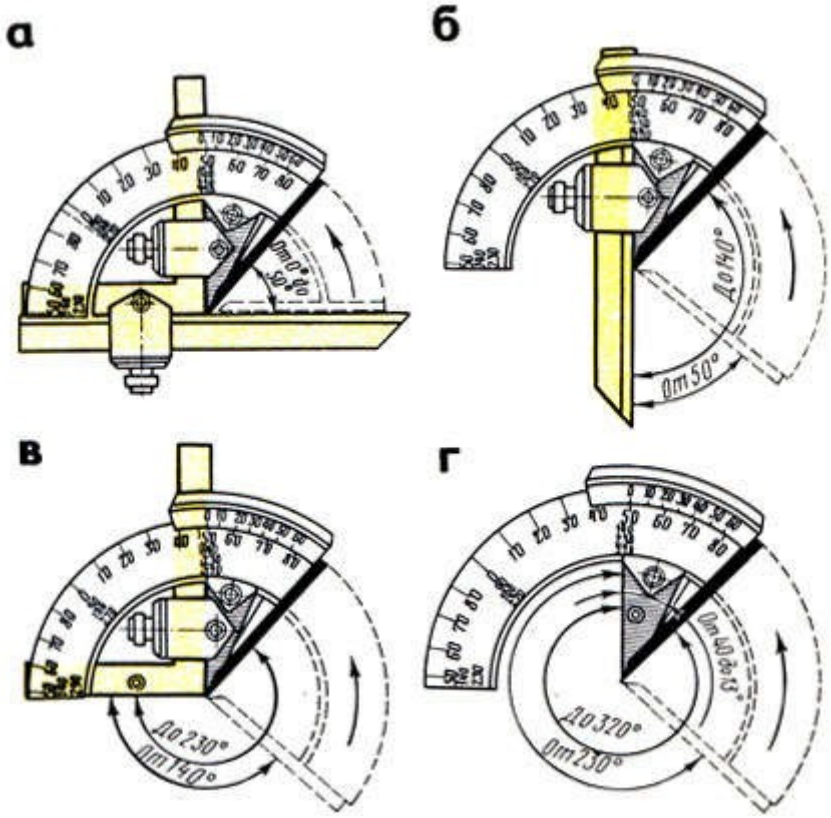


Рис. 30. Установка угломера для измерения углов: а - от 0 до 50°, б - от 50 до 140°, в - от 140 до 230°, г - от 230 до 320°

После этого находят штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, и ближайшую к нему слева цифру нониуса. К этой цифре прибавляют результат умножения величины отсчета на порядковый номер совпадающего штриха нониуса, считая его от найденной цифры нониуса. При чтении угломер держат прямо перед глазами. Например, нулевой штрих нониуса прошел 34-е деление шкалы основания, но не дошел до 35-го, при этом со штрихом основной шкалы совпадает 20-й (не считая нулевого) штрих шкалы нониуса. Следовательно, измеряемый угол составляет 34 + 20х 2 = 34°40'.

Для измерения углов от 0 до 90° угломер соединяют с угольником (рис. 28,а), а для измерения углов от 90 до 180° угломер применяют без угольника (рис. 28,6) и к его показаниям прибавляют 90°.

Угломер типа УН с величиной отсчета по нониусу 2 или 5'(угловых минут, рис. 29,в,6) конструкции Семенова, выпускаемый заводом "Калибр", является наиболее удобным для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°. Угломер имеет полукруглое основание 6, на котором закреплена линейка 8 основания. Сектор 7 с нониусом 3 перемещается по основанию 6 и после установки закрепляется стопором 5. Микрометрическая подача нониуса осуществляется вращением микрометрического винта 4. К сектору 7 при помощи державок 2 крепится угольник 1, а к нему присоединяется съемная линейка 9.

У угломера типа УН, так же как и угломера УМ, угол между крайними штрихами нониуса равен 29° и разделен на 30 частей, но он в отличие от угломера УМ построен на дуге большего радиуса, следовательно, расстояние между штрихами больше, что облегчает чтение показаний (рис. 29,6). На дуге нанесена основная шкала для отсчета целых градусов, которая построена несколько иначе, чем у угломера УМ. Слева направо на шкале нанесены сначала деления от 50 до 90°, затем от 0 до 50°. Ниже расположены цифры, позволяющие по этой шкале производить отсчеты от 140 до 230°, а еще ниже - от 230 до 320°.

Если на угломере установлены угольник и линейка (рис. 30,а), то можно измерять углы от 0 до 50°. Если убрать угольник и на его месте закрепить линейку, можно измерять углы от 50 до 140°

(рис. 30,б), если убрать линейку и оставить только угольник (рис. 30,в), можно измерять углы от 140 до 230°. При отсутствии линейки и угольника (рис. 30,г) можно измерять углы от 230 до 320°.

Точность отсчета, полученного при измерении угловых величин или при установке заданного угла, проверяют по градусной шкале и нониусу. По шкале градусов, размещенной на дуге основания, определяют, на каком целом делении (или между ними) остановилось нулевое деление нониуса, которое соответствует числу целых градусов угловой величины. По шкале нониуса определяют, какое из его делений совпало с делением шкалы градусов, по цифрам нониуса определяют число минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макиенко Н.И., Общий курс слесарного дела: Учебник. – 2-е изд., доп. – М.: Высш.шк., 1984. – 176 с., ил. – (Профтехобразование).

2. Слесарное дело: иллюстрированное учеб.пособие / сост. Б.С. Покровский, В.А. Скакун. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 30 плакатов.

СОДЕРЖАНИЕ

Средства измерений и контроля 3

Штангенинструменты 5

Микрометрические инструменты 14

Рычажно-механические приборы 22

Инструменты для измерения углов 29

Литература 36

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

Автор: Новикова Н.А.

Одобрена на заседании кафедры

Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Стороженко Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 19.03.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Горно-технологического факультета

(название факультета)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Основная цель изучения дисциплины «Стандартизация, метрология и сертификация» — формирование у студента знаний в областях теоретической метрологии, стандартизации и сертификации, а также практических навыков работы с нормативно-технической документацией и средствами измерения физических величин. Знания метрологии, стандартизации и сертификация являются инструментами обеспечения безопасности и качества продукции, работ и услуг. Проблема качества продукции актуальна для всех стран мира, независимо от зрелости рыночной экономики. Программа дисциплины предусматривает постановку задач, изучения принципов и методов стандартизации, структуры и организации метрологической службы и метрологического обеспечения производства; принципов единства и достоверности измерений; изучение современных требований к качеству продукции, работы и услуг;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

– применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

– применять основные правила и документы систем сертификации Российской Федерации.

обучающийся должен знать:

– основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации, допусков и посадок, систем качества;

– основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации.

Целью настоящих методических указаний является оказание помощи студентам очного и заочного обучения в изучении программного материала и выполнении контрольной работы по дисциплине «Стандартизация, метрология и сертификация».

Учебная работа студента-заочника при изучении курса складывается из следующих этапов: самостоятельного изучения курса по рекомендуемым учебникам и учебным

пособиям; посещения установочных, консультационных занятий, проводимых преподавателями в период экзаменационных сессий;

Основной формой обучения студента-заочника является систематическая самостоятельная работа над учебным материалом (рекомендуемые учебники и учебные пособия, научно-производственная, справочная, нормативная литература и другие законодательные акты).

Особенностью изучения дисциплины является постоянное обновление научно-технических документов, стандартов.

Студенты выполняют одну контрольную работу. Итоговый контроль проводится в форме зачета. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие контрольную работу.

Весь материал дисциплины разбит на 3 раздела: метрология, стандартизация и сертификация

Метрология

Методические указания к теме1 Метрология (metrology) — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Для получения достоверных результатов нужен единый научный и законодательный фундамент, обеспечивающий на практике высокое качество измерений независимо от того, где и с какой целью они проводятся.

Сейчас метрология подразделяется на теоретическую, законодательную и прикладную.

Измеряемыми величинами, с которыми имеет дело метрология в настоящее время, являются физические величины, т.е. величины, входящие в уравнения опытных наук (физики, химии и др.). Метрология проникает во все науки и дисциплины, имеющие дело с измерениями, и является для них единой наукой. К основным понятиям, которыми оперирует метрология, можно отнести следующие: физическая величина, единица физической величины, передача размера единицы физической величины, средства измерений физической величины, эталон, образцовое средство измерений, рабочее средство измерений, измерение физической величины, метод измерений, результат измерений, погрешность измерений, метрологическая служба, метрологическое обеспечение и др.

Основными задачами метрологии являются:

– установление единиц физических величин, государственных и рабочих эталонов;

– разработка теории, методов средств измерений и контроля;

– обеспечение единства измерений;

– разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля;

– разработка методов передачи единиц от эталонов рабочим средствам измерений.

Любой объект измерения (предмет, процесс, явление) можно охарактеризовать такими свойствами или качествами, которые проявляются в большей или меньшей степени, и, следовательно, подвергаются количественной оценке.

В измерении для количественного описания различных свойств, процессов и физических тел вводят понятие величины.

Величина может быть определенна как то, что можно измерить, или исчислить.

Обычным объектом измерений являются физические величины, например длина, масса, время, температура и др.

Физическая величина (physical quantity) — одно из свойств физического объекта (физической системы, физического явления или процесса) общее в количественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Средства измерений. Эталон, образцовые и рабочие средства измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные направления современной метрологии.

2. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.

3. Назовите основные цели метрологии.

4. Дайте характеристику основным разделам метрологии.

5. Что является главной задачей метрологии как науки?

6. Какие величины в метрологии относят к реальным и идеальным?

7. Какие величины в метрологии относят к физическим и нефизическим?

8. На какие группы подразделяются физические величины?

9. Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?

10. Ответственность физических и юридических лиц за нарушение законодательства по метрологии.

По конструктивному исполнению средства измерений подразделяются на:

– меры;

– измерительные преобразователи;

– измерительные приборы;

– измерительные установки;

– измерительно-информационные системы.

Мера физической величины — средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Измерительный преобразователь — техническое средство с нормированными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

Примеры измерительных преобразователей — термопара, пружина динамометра, микрометрическая пара винт-гайка.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначенное для получения значений физической величины в установленном диапазоне ее измерения в форме, удобной для восприятия наблюдателем.

Измерительная установка — совокупность объединенных технических средств измерений (измерительных приборов, мер, измерительных преобразователей) и других устройств, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов 8

измерительной информации в форму, подходящую для прямого восприятия наблюдателем, и размещенная стационарно.

Измерительная система (measuring system) — совокупность технических средств измерений и вспомогательных устройств, объединенных каналами связи, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов измерительной информации в форму, подходящей для автоматической обработки, передачи и использования в качестве управляющих сигналов.

Эталон — это средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, утвержденное в качестве эталонов в установленном порядке.

Средства измерения высшей точности — эталоны — подразделяются на несколько категорий: первичный эталон, вторичный и рабочие эталоны (разрядные)

Эталон, воспроизводящий единицу с наивысшей в стране точностью, называется государственным первичным эталоном.

Поверка средств измерений — совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия характеристик средства измерения установленным требованиям. Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются поверительным клеймом или свидетельством о поверке.(Обязательная процедура для средств измерений, подлежащих метрологическому контролю или надзору)

Калибровка средств измерений — это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Под пригодностью средства измерения подразумевается соответствие его метрологических характеристик ранее установленным техническим требованиям, которые могут содержаться в нормативном документе или определяться заказчиком. Вывод о пригодности делает калибровочная лаборатория.(Добровольная процедура)

Правовые основы метрологической службы Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

Метрологические службы РФ. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Виды метрологического контроля и надзора. Аккредитация метрологической службы. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии.

Вопросы для самоконтроля

1. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.

2. Назовите основные цели и задачи метрологии.

3. Что является главной задачей метрологии как науки?

4. Международная система единиц физических величин?

5. Виды и методы измерений и контроля?

6. Виды средств измерений?

7. Метрологические характеристики средств измерений, классы точности приборов?

8. Погрешности измерений, классификация, причины возникновения?

9. Что такое поверка и калибровка средств измерений?

10.Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?

Стандартизация

Нормативно-правовое регулирование системы стандартизации Национальная, международная и региональная системы стандартизации. Нормативные документы по стандартизации. Государственная система стандартизации. Принципы стандартизации. Эффективность работ по стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Виды и категории стандартов. Порядок разработки национальных стандартов. Основные направления развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации. Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» в области технического регулирования и стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Упорядочение в области технического регулирования. Техническое регулирование.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого региона мира (географического, экономического, политического) принимают стандарт. В зависимости от уровня работ стандартизация может быть национальной, региональной и международной.

Национальная стандартизация — стандартизация, которая проводится на уровне одной страны.

Региональная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного экономического или географического региона мира.

Международная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

Результатом работы по стандартизации является создание нормативных документов.

Нормативный документ — документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результаты. К документам в области стандартизации, используемым на территории РФ, относятся6

- национальные стандарты;

- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;

- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийсикме классификаторы технико-экономической и социальной информации;

- стандарты организаций;

- своды правил.

Участники работ по стандартизации, а также все документы по стандартизации образуют национальную систему стандартизации России.

.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие документы охватывают понятие «нормативные документы»?

2. В каком источнике содержится информация о действующих государственных стандартах РФ?

3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?

4. Назовите объекты стандартизации.

5. Организация работ по стандартизации в РФ.

6. Характеристика стандартов разных видов и разных категорий.

7. Порядок разработки государственных стандартов.

8. Какие из перечисленных документов содержат обязательные требования: государственные стандарты, кодексы установившихся практики, регламенты, отраслевые стандарты, общероссийские классификаторы, стандарты общественных объединений?

9. Техническое регулирование, цели?

10. Назовите методы стандартизации?

11.Межгосударситвенная и международная стандартизация?

Сертификация

Сертификация как процедура подтверждения соответствия Основные термины и определения в области сертификации; добровольная и обязательная сертификация, ее задачи и цели, органы и системы сертификации и их аккредитация. Схемы сертификации. Органы сертификации, испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Международная сертификация

В последнее время в практике поставок продукции важную роль стали играть документы, подтверждающие соответствие поставляемой продукции требованиям, установленным в стандартах и других нормативных документах. Эти подтверждающие документы являются результатом процедуры, в которой участвуют три стороны. Участвующие стороны представляют интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Третья сторона (лицо или орган) признается независимой от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

К объектам сертификации относятся не только продукция, но и услуги, системы качества, персонал, рабочие места и др. Поскольку сертификация является одним из видов деятельности по оценке соответствия, то ниже рассматриваются некоторые термины и определения.

Оценка соответствия — прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Подтверждение соответствия — документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия может носить добровольный (в форме добровольной сертификации) или обязательный (в формах принятия декларации о соответствии и обязательной сертификации) характер.

В соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» подтверждение соответствия направлено на достижение следующих целей:

– удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, утилизации, работ, услуг или иных объектов техническими регламентами, стандартами, условиями договоров;

– содействие приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;

– повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;

– создание условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а так же для осуществления международного экономического, научно-технического и международной торговли, коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия.

Подтверждение соответствия может осуществляться в обязательной (обязательной сертификации) и добровольной формах (добровольной сертификации).

Обязательная сертификация является формой государственного контроля и может осуществляться лишь в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ, т. е. законами и нормативными актами Правительства РФ. Основная цель проведения обязательной сертификации товаров (работ, услуг) — подтверждение их безопасности для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды и предотвращение причинения вреда имуществу потребителя.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) в целях подтверждения соответствия продукции (услуг) требованиям стандартов, технических условий и других документов, определяемых заявителем.

Основная цель проведения добровольной сертификации — обеспечение конкурентоспособности продукции (услуги) предприятия; реклама продукции (услуги), соответствующей не только требованиям безопасности, но и требованиям, обеспечивающим качество выпускаемой продукции (услуги). Таким образом, добровольная сертификация решает более широкий круг задач и является более привлекательной и информативной для покупателя, чем обязательная.

Сертификаты соответствия вступают в силу с даты их регистрации в установленном порядке. Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации, не более чем на 3 года.

Схемы сертификации Схема сертификации — это определенный порядок действий, доказывающий, что продукт соответствует заданным государством требованиям. Только после того, как продукция или услуга пройдет сертификацию по определенной схеме, выдается сертификат. Различия в схемах связаны с видом и объемом выпускаемой продукции, а так же с целями проведения сертификации товаров.

Вопросы для самоконтроля

1. Что входит в понятие «сертификация»?

2. Какие законодательные акты регламентируют проведение сертификации?

3. Какие бывают виды сертификации?

4. В чем состоят общие цели обязательной и добровольной сертификации?

5. Назовите законодательные акты, предусматривающие обязательную сертификацию.

6. В чем сходство обязательной сертификации и декларирования соответствия?

7. Кем утверждаются перечни продукции, подлежащей обязательной сертификации?

8. Какая сторона подтверждает соответствие: первая, вторая или третья?

качества на транспорте.

Учебная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
2	Сергеев А. Г., Латышев М. В, Терегеря В. В Метрология. Стандартизация. Сертификация : учебное пособие 2-е изд, перераб. и доп. - Москва : Логос, 2005. - 560 с.	64
3	Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / Иосиф Моисеевич Лифиц И. М. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2007. - 350 с.	16
4	Крылова Г. Д.. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов / - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ЮНИТИ-	20

	ДАНА, 2006. - 671 с.	

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.	Эл. ресурс
2	ГОСТ Р 40.003-96 Система сертификации. ГОСТ Р . Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации систем качества	Эл. ресурс
	ГОСТ Р 8.000-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.	Эл. ресурс
3	Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Московский гос. горный университет. - Москва : Изд-во МГГУ, 2003. - 788 с	3
4	Рябов В.Ю.Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций, УГГУ, Екатеринбург 2006-82 с.	47

Законодательные документы

1. Конституция Российской Федерации (принята 12.12.1993).

2. Закон Российской Федерации от 07.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей».

3. Закон Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184 «О техническом регулировании».

Дополнительные источники:

1. ГОСТ Р51672—2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия». Основные положения.

2. ГОСТ 8.315—97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов» Основные положения.

3. ГОСТ 8.563—96 «Государственная система обеспечения единства измерений». Методики выполнения измерений.

4. ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Ч. 1. Основные положения и определения.

5. ГОСТ Р 1.12—99. ГСС «Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения».

6. Правила по проведению сертификации в Российской Федерации (утвержденные постановлением Госстандарта России 10.05.2000 г. № 26.

7. ПР50.2.002—94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием средств измерений, методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм». ВНИИМС.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях
_____ Л.А. Стороженко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине

Б1.О.ДВ.01.01 ДУХОВНО-НРАВСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА И ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

Направление подготовки:
20.03.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль): **Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях**

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: **очная, заочная**

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Погорелов С.Т., к.п.н. Старостин А.Н., к.ист.н., Суслонов П.Е., к. филос. н., доцент

Одобрена на заседании кафедры
Теологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Бачинин И.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 10.09.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Оглавление

Методические указания по освоению дисциплины 3
Освоение лекционного курса 3
Самостоятельное изучение тем курса....3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям 6
Подготовка к тестированию 7
Подготовка к групповой дискуссии....9
Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации....11

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать); Таким образом, чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

- Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

- Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

- Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

- Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять

план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны 15 распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Одним из важных элементов практических занятий является изучение и анализ источников теологического, религиозного или правового характера, осуществляемый под руководством преподавателя, что необходимо для получения практических навыков в области научно-исследовательской, экспертно-консультативной и представительско-посреднической деятельности по окончании обучения.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-4.

Предлагаются задания по изученным темам в виде открытых и закрытых вопросов (35 вопросов в каждом варианте).

Образец тестового задания

1. Древнейший человек на Земле появился около 3 млн. лет назад. Когда появились первые люди на Урале?
а) 1млн. лет назад,
б) 300 тыс. лет назад,
в) около. 150 тыс. лет назад.

2.В каком регионе Урала находится укрепленное поселение бронзового века “Аркаим”:
а) в Курганской
б) в Челябинской,
в) в Свердловской.

3.Уральский город, где расположена известная наклонная башня Демидовых:
а) Кунгур
б) Невьянск
в) Екатеринбург
г) Соликамск

4. В каком году была основана Екатеринбургская горнозаводская школа?
а) 1723
б) 1783
в) 1847

5. Почему на гербе Уральского государственного горного университета изображена императорская корона?
а) потому что он был основан императором Николаем II
б) по личной просьбе представительницы царского дома Романовых О.Н. Куликовской-Романовой, посетившей Горный университет
в) для красоты

6. Из приведенных волевых качеств определите те, которые необходимы для выполнения патриотического долга.
а) Решительность, выдержка, настойчивость в преодолении препятствий и трудностей.
б) Агрессивность, настороженность, терпимость к себе и сослуживцам.
в) Терпимость по отношению к старшим, лояльность по отношению к окружающим

7. Печорин в произведении М.Ю. Лермонтова “Герой нашего времени” был ветераном этой войны:
а) Русско – турецкой
б) Кавказской
в) Крымской
г) Германской

Ключи:
1. б
2. б

3. б
4. а
5. а
6. а
7. б

Тест выполняется на отдельном листе с напечатанными тестовыми заданиями, выдаваемом преподавателем, на котором нужно обвести правильный вариант ответа. Тест подписывается сверху следующим образом: фамилия, инициалы, № группы, дата.

Оценка за тестирование определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы.

В зависимости от типа вопроса ответ считается правильным, если:

- в тестовом задании закрытой формы с выбором ответа выбран правильный ответ;
- в тестовом задании открытой формы дан правильный ответ;
- в тестовом задании на установление правильной последовательности установлена правильная последовательность;
- в тестовом задании на установление соответствия, если сопоставление произведено верно для всех пар.

18-35 баллов (50-100%) – оценка «зачтено»

0-17 баллов (0-49%) - оценка «не зачтено»

Подготовка к групповой дискуссии

Групповая дискуссия — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

Темы для групповых дискуссий по разделам

Тема для групповой дискуссии по разделу 1. История инженерного дела в России. Создание и развитие Уральского государственного горного университета.

Студентам заранее дается перечень великих уральцев XVIII – начала XX вв. (Демидовы, И.С. Мясников и Твердышевы, Г.В. де Генин, В.А. Глинка, М.Е. Грум-Гржимайло и др.), внесших существенный вклад в развитие металлургической и горной промышленности. Студенты разбиваются на несколько групп, каждой из которых дается один исторический персонаж. Задача студентов по литературным и интернет-источникам подробно познакомиться с биографией и трудами своего героя. В назначенный для дискуссии день они должны не только рассказать о нем и его трудах, но и, главным образом, указать на то, каким образом их жизнь и деятельность повлияла на культуру и жизненный уклад их современников, простых уральцев.

Тема для групповой дискуссии по разделу 2. «Основы российского патриотического самосознания»

Студенты должны заранее освежить в памяти произведения школьной программы: К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия».

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Какие специфические грани образа патриота представлены в произведениях К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия», выделите общее и особенное.

Какие еще произведения, в которых главные герои проявляют патриотические качества, вы можете назвать. Соотнесите их с героями вышеупомянутых писателей.

Тема для групповой дискуссии по разделу 3. Религиозная культура в жизни человека и общества.

Описание изначальной установки:

Группа делится на 2 части: «верующие» и «светские». Каждая группа должна высказать аргументированные суждения по следующей теме:

«Может ли верующий человек прожить без храма/мечети/синагоги и другие культовые сооружения?»

Вопросы для обсуждения:

1. Зачем человеку нужен храм/мечеть/синагога и др. культовые сооружения?
2. Почему совесть называют голосом Божиим в человеке?
3. Что означает выражение «вечные ценности»?
4. Что мешает человеку прийти в храм/мечеть/синагогу и др. культовое сооружение?

Каждый из групп должна представить развернутые ответы на поставленные вопросы со ссылкой на религиоведческие источники и нормативно-правовые акты, аргументированно изложить свою позицию.

Тема для групповой дискуссии по разделу 4. «Основы духовной и социально-психологической безопасности»

***Тема дискуссии:* «Воспитание трезвенных убеждений»**

Основой дискуссии как метода активного обучения и контроля полученных знаний является равноценное владение материалом дискуссии всеми студентами. Для этого при предварительной подготовке рекомендуется наиболее тщательно повторить темы раздела, касающиеся формирования системы ценностей, манипуляций сознанием, мпомобов ведения консциентальной войны, методике утверждения трезвости как базовой национальной ценности.

В начале дискуссии демонстрируется фильм Н. Михалкова «Окна Овертона» из серии Бесогон ТВ: https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=BlIiy4QfQIk

Затем перед студентами ставится проблемная задача: сформулировать ответ на вопрос «Возможно ли применение данной технологии формирования мировоззрения в благих целях — для воспитания трезвенных убеждений?»

Возможные варианты точек зрения:

1. Это манипулятивная технология, применение ее для воспитания трезвенных убеждений неэтично.

2. Это универсальная социально-педагогическая технология, применение ее во зло или во благо зависит от намерений автора. Испоьзование ее в целях формирования трезвенных убеждений обосновано и может реализоваться в практической деятельности тех, кто овладел курсом «Основы утверждения трезвости»

Результатом дискуссии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие ее всегда пролонгировано, что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по воспитанию трезвенных убеждений.

Незадолго до проведения групповой дискуссии преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание исторического, теологического и правового материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

Критерии оценивания: качество высказанных суждений, умение отстаивать свое мнение, культура речи, логичность.

Критерии оценки одной дискуссии:

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 8-10 баллов.

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 4 – 7 баллов.

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 2– 3 балла:

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 2– 3 балла.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он набрал 8-10 баллов

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-7 баллов

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он набрал 2-3 балла

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-1 балл.

Максимальное количество баллов, которые можно набрать, работая на дискуссии – 40 баллов.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Каждый учебный семестр заканчивается промежуточной аттестацией в виде зачетно-экзаменационной сессии. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе

подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат – возможное отчисление из учебного заведения.

Ознакомление обучающихся с процедурой и алгоритмом оценивания (в течение первой недели начала изучения дисциплины).

Сообщение результатов оценивания обучающимся.

Оформление необходимой документации.

Зачет - форма контроля промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку по шкале: «зачтено», «не зачтено».

Зачет проводится по расписанию.

Цель зачета – завершить курс изучения дисциплины, проверить сложившуюся у обучающегося систему знаний, понятий, отметить степень полученных знаний, определить сформированность компетенций.

Зачет подводит итог знаний, умений и навыков обучающихся по дисциплине, всей учебной работы по данному предмету.

К зачету по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» необходимо начинать готовиться с первой лекции, практического (семинарского) занятия, так как материал, набираемый памятью постепенно, неоднократно подвергавшийся обсуждению, образует качественные знания, формирует необходимые компетенции.

Зачет по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» проводится в письменной форме путем выполнения зачетного тестового задания.

При опоздании к началу зачета обучающийся на зачет не допускается. Использование средств связи, «шпаргалок», подсказок зачете является основанием для удаления обучающегося с зачета, а в зачетной ведомости проставляется оценка «не зачтено».

Для подготовки зачету (составления конспекта ответа) обучающийся должен иметь лист (несколько листов) формата А-4.

Лист (листы) формата А-4, на котором будет выполняться подготовка к ответу зачетного задания, должен быть подписан обучающимся в начале работы в правом верхнем углу. Здесь следует указать:

- Ф. И. О. обучающегося;
- группу, курс
- дату выполнения работы
- название дисциплины «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание».

Страницы листов с ответами должны быть пронумерованы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» проводится в форме теста. Выполнение теста предполагает выбор правильного варианта ответа на вопрос из числа предложенных.

На зачете преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. Дополнительные вопросы задаются помимо вопросов теста и связаны, как правило, с плохим ответом. Уточняющие вопросы задаются в рамках теста и направлены на уточнение мысли студента.

Система оценивания по оценочным средствам промежуточного контроля

Форма и описание контрольного мероприятия	Балловая стоимость	Критерии начисления баллов

	контрольного мероприятия	
Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	0-40 баллов (35 заданий)	Правильность ответов
Итого	40 баллов	

Оценка за тестирование определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы.

В зависимости от типа вопроса ответ считается правильным, если:

- в тестовом задании закрытой формы с выбором ответа выбран правильный ответ;
- в тестовом задании открытой формы дан правильный ответ;
- в тестовом задании на установление правильной последовательности установлена правильная последовательность;
- в тестовом задании на установление соответствия, если сопоставление произведено верно для всех пар.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов текущего контроля и баллов по промежуточной аттестации.

50 - 100 балла (50-100%) - оценка «зачтено»

0 - 49 балла (0-49%) - оценка «не зачтено».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.ДВ.01.02 КОММУНИКАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ЛИЧНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: **очная, заочная**

год набора: 2021

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. Кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В.П.	Колчина Н.В..
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 14.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по написанию реферата	17
8	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	19
	Заключение	21
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Ясно и четко сформулировать цель и задачи реферата, отражающие тему или решение проблемы.

Найти литературу по выбранной теме; составить перечень источников, обязательных к прочтению.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

Введение. В этом разделе раскрывается цель и задачи работы; здесь необходимо сформулировать проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

Список использованных источников и литературы.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы, а также на усиление контроля за этой работой.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых приобретаются, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов формирует навыки изложения своих мыслей в письменной форме грамотным языком, хорошим стилем.

В зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на два основных типа: научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата следует изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть следующие:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за определенный период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Темы рефератов определяются преподавателем. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается аспирантами самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила и установленные стандарты для учебных и научных работ.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки.

Критерии оценивания:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);
- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);
- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- корректное использование литературных источников, грамотное оформление ссылок.

8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на

экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все

вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

С. Г. Паняк, Т. С. Бобина

УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие
для студентов направления
20.03.01 – «Техносферная безопасность»
и специальности
21.05.04 – «Горное дело»

Екатеринбург
2021

УДК
ББК
Б

Р е ц е н з е н т : А. Б. Макаров, доцент кафедры геологии, поисков и разведки полезных ископаемых УГГУ

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Паняк С. Г., Бобина Т.С.

Учебная геологическая практика: Учебное пособие к первой учебной геологической практике по курсу «Геология» в окрестностях г. Екатеринбурга. Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. 95 с.

Настоящее пособие состоит из трех частей. Первая часть содержит методику проведения учебной практики и правила техники безопасности. Во второй – описываются геологические процессы, формирующие основные структуры земной коры и различные формы рельефа поверхности. В третьей части приводится описание опорных геологических маршрутов – основных объектов полевых исследований.

Данное пособие предназначено для студентов направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность» и студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело». Однако может быть использовано студентами других специальностей, походящих учебную геологическую практику в окрестностях г. Екатеринбурга. Пособие может быть полезным также для любителей камня, интересующихся природой и красотой родного края.

УДК
ББК

© Паняк С. Г., Бобина Т.С., 2021
© Уральский государственный горный университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ .. 6
1.1. Организация практики, цели и задачи 6
1.2. Содержание практики 7
1.3. Правила техники безопасности 13
2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ 19
2.1. Эндогенные процессы и их продукты 19
2.1.1. Магматизм и его продукты 19
2.1.2. Метаморфизм и его продукты 25
2.1.3. Тектоника 39
2.2. Экзогенные процессы 48
2.2.1. Литогенез 48
3. ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ 61
3.1. По Уктусскому массиву 61
3.2. Елизаветинское месторождение 66
3.3. Шабровское рудное поле 70
3.4. Шиловское месторождение 77
3.5. Березовское рудное поле 81
3.6. Гора Хрустальная 84
3.7. Билимбаевское месторождение 89
3.8. Суффозионные процессы вдоль линий метро 93
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА 95
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА 95

ВВЕДЕНИЕ

Учебная геологическая практика после первого курса является неотъемлемой и важнейшей частью высшего образования, способствует формированию у студентов практических профессиональных навыков. На практике студенты учатся наблюдать, документировать и обобщать геологические факты, что способствует закреплению пройденного материала по теоретическому курсу «Общая геология», «Геология», «Динамическая геология». Кроме того, учебная практика играет важную роль в подготовке студентов к последующему изучению других специальных дисциплин, а также в трудовом воспитании, развитии чувства коллективизма, организаторских способностей.

При выборе места проведения практики и основных маршрутов выпускающая кафедра исходила из того, что наиболее удачным районом практики по динамической геологии является такой, где на относительно небольшой территории располагаются разнообразные геологические объекты. Их специфика определяется: 1 – сложным геологическим строением; 2 – продуктами различных процессов – магматизма, метаморфизма, тектоники; 3 – большим количеством разнообразных месторождений полезных ископаемых; 4 – выходами подземных вод; 5 – проявлениями опасных геологических и антропогенных процессов, включая жизнедеятельность человека. Таким районом с большим разнообразием процессов и их продуктов являются, прежде всего, окрестности г. Екатеринбурга.

Сам город Екатеринбург строился как город-крепость, для которого была необходима разведка новых полезных ископаемых. Многие из них эксплуатируются до сих пор. Район Екатеринбургского геологического полигона географически размещается в пределах лесной зоны, а в орографическом отношении охватывает зону главного водораздела и пологого восточного эродированного восточного склона Среднего Урала, и, частично, краевую зону Зауралья. Рельеф этого района грядовый, неравномерно всхолмленный, с общим понижением на восток, максимальная абсолютная отметка 545 м, относительные превышения 70-250 м.

Гидрографическая сеть представлена системой рр. Исети, Пышмы, Чусовой и их притоков, принадлежащих бассейнам рек Тобола и Камы. На реках Исети и Чусовой искусственно созданы крупные водоемы – оз. Исетское, Нижне-Исетский и Верх-Исетский пруды, Верхне-Макаровское и Волчихинское водохранилища. На площади имеются крупные естественные водоемы – озера Аятское, Таватуй, Щитовское, Балтым, Шарташ. Значительные площади, особенно в западной части района, заняты болотами. Территория Екатеринбургского геологического полигона являются частью одного из старейших горнорудных районов Урала, где и в настоящее время эксплуатируются месторождения коренного золота (Березовское, Крылатовское), россыпного золота (Чусовская группа), титаномагнетита (Первоуральск), благородного змеевика (Шабровская группа), мрамора

(Мраморское, Шабровское), кирпичных глин и строительного камня. Район густо населен и экономически развит, хорошо развиты пути сообщения: железные, шоссейные и улучшенные грунтовые дороги, благодаря чему большая часть района доступна для проведения геологических исследований. Многочисленные грунтовые дороги пригодны для проезда в сухое время года. Обнаженность района неравномерная и в целом удовлетворительная.

В настоящем пособии описаны геологические маршруты в окрестностях города Екатеринбурга, где можно увидеть результаты процессов, происходивших в далеком прошлом и зафиксированных в каменной книге. Маршруты открывают многообразие геологических процессов и их продуктов: хрупкие и пластические деформации, различные формы рельефа, магматические, метаморфические и осадочные породы, минералогические редкости, а также проявления оползней, карста, подтоплений и других опасных явлений.

Особый интерес для представителей студентов направления «Техносферная безопасность» представляют отдельные формы эрозионного рельефа (речные террасы, долины, овраги), проявления тектоники (складки, разрывные нарушения), причудливые скальные городища, возникшие в результате выветривания и геологической деятельности ветра. Многие из этих геологических образований являются памятниками природы. К сожалению, человек нередко вносит изменения в природу, которые часто приводят к необратимым последствиям. Это необходимо иметь в виду при проведении маршрутов, чтобы не изуродовать скальные выходы при взятии образцов, иногда лучше зафиксировать объект на фотопленку, чем выколачивать его из скалы. Интересные объекты можно также зарисовать в пикетажную книжку, сохраняя их для будущих поколений.

Климат района континентальный. Среднегодовое количество осадков 450-550 мм, высота снежного покрова 0,4-0,6 м, глубина промерзания грунтов 0,5-2,0 м. Большая часть района покрыта хвойными, смешанными и лиственными лесами (сосна, лиственница, кедр, береза, осина).

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Организация практики, цели и задачи

Учебная геологическая практика после первого курса проводится в течение двух недель, состоит из нескольких этапов и заканчивается написанием отчета, который составляется составом бригады.

***Цель практики*:** Знакомство с результатами естественных геологических процессов в окрестностях г. Екатеринбурга путем их полевого наблюдения и документации. Овладение профессиональными навыками описания естественных и искусственных обнажений закрепляет теоретические знания, полученные в процессе изучения курсов «Общая геология», «Геология» и «Динамическая геология».

***Задачи практики**:*

— знакомство с методиками полевых геологических, геоморфологических, и гидрогеологических наблюдений;

— обучение студентов методики работы с горным компасом;

— знакомство с методикой документации полевых объектов: естественных обнажений, опорных разрезов, горных выработок, особенностей рельефа местности и т. д.;

— обучение приемам камеральной обработки полевых материалов, оформлению геологического отчета с необходимыми графическими приложениями;

— знакомство с некоторыми промышленными предприятиями и их влиянием на среду обитания.

Студенты, прошедшие геологическую практику, должны:

— иметь представление об эндогенных и экзогенных геологических процессах, потенциально несущих угрозу катастроф;

— различать экзогенные процессы, которые в последнее время все больше стимулируются антропогенными факторами, связанными с деятельностью человека;

— уметь делать предварительную оценку возможных потенциальных катастроф, связанных с теми или иными экзогенными, эндогенными и антропогенными процессами в районе практики.

После завершения практики студенты должны уметь:

— различать между собой магматические, метаморфические и осадочные породы;

— наблюдать и документировать обнажения горных пород;

— уметь вести абрис маршрута;

— вести дневник наблюдений (пикетажную книжку);

— отбирать образцы пород и вести их каталог;

— замерять элементы залегания слоистости, трещиноватости, сланцеватости;

— работать с горным компасом, составлять с его помощью фрагментарные схемы и планы, разрезы;

— анализировать геологические структуры, возрастные взаимоотношения различных геологических образований, как в обнажениях, так и на картах.

1.2. Содержание практики

Геологическая практика проводится сотрудниками кафедры Геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях. Как и любые другие полевые геологические исследования, она состоит из трех основных этапов – подготовительного, полевого и камерального.

Подготовительный этап

Подготовительный этап продолжается один день, в течении которого со студентами проводятся лекции о целях и задачах практики, формируются учебные бригады из 4-5 человек, выбирается бригадир, готовится и выдается полевое снаряжение (рюкзак, полевая сумка, мешочки под образцы, компас, фотоаппарат, рулетка, геологический молоток, лупа, складной нож, ручка, карандаш, линейка, медицинская аптечка), а также документы (карты, полевой дневник, журнал образцов, этикетки). Перечисленным снаряжением и документами должна располагать каждая учебная бригада, полевой дневник должен иметь каждый студент для самостоятельного ведения записей и зарисовок обнажений.

Для успешного проведения учебной геологической практики необходимо осуществить ряд мероприятий, направленных на строгое выполнение правил техники безопасности в полевых условиях. Прежде всего, нужно организовать медицинский осмотр студентов, которые будут проходить практику, сделать предохранительные прививки. Эти мероприятия осуществляются до экзаменационной сессии в течение учебного семестра. Вторым обязательным мероприятием является ознакомление студентов с правилами безопасности и трудовой дисциплины. Студенты, сдавшие зачет по технике безопасности, расписываются в соответствующей ведомости, удостоверяя, тем самым, что они знакомы с правилами безопасности и дисциплины на учебной практике. Особое внимание в правилах техники безопасности уделяется следующим разделам:

- организация полевого лагеря;
- ведение маршрута;
- работа в горной местности;
- работа в карстовых областях;

- переправа через водные преграды;
- использование автотранспорта;
- пртивоэнцефалитная подготовка;
- обеспечение питьевой водой;
- оказание до врачебной помощи;
- правила передвижения группами по городским улицам и автомобильным дорогам;
- правила поведения в общественном транспорте.

В подготовительный период студентам читаются лекции о геологическом строении окрестностей г. Екатеринбурга, истории его геологического развития, а также знакомят с коллекцией образцов данного района.

Полевой период

В полевой период проводятся полевые маршруты на хорошо вскрыытых природных обнажениях, а также на участках с проявлениями антропогенного влияния на устойчивость промышленных и хозяйственных объектов.

Первые маршруты предусматривают усвоение студентами общих навыков работы в полевых условиях. С этой целью преподаватели рассказывают о методике полевых геологических наблюдений, показывают следствия их проявлений на рельефе местности.

Выполнение маршрутного задания зависит, прежде всего, от четкой организации работы студенческих бригад в полевых условиях. Этому способствует предварительное распределение обязанностей между членами бригады перед очередным маршрутом. В каждом маршруте посменно одни студенты отвечают за один из участков работы, на следующий день они отвечают за другой и т. д.

Объем геологической информации возрастает от маршрута к маршруту. Своевременная обработка этого материала определяет качество итоговых геологических документов, в связи, с чем эту работу следует проводить до периода составления отчета.

Основная форма проведения полевых геологических наблюдений – маршруты, которые являются составной частью учебного процесса практики. Количество их и содержание определяются целями и задачами, планом обучения и программой геологической практики с учетом специфики специальности.

Практически во всех случаях маршруты являются комплексными, когда одновременно ведутся наблюдения над несколькими процессами и объектами. Целесообразность таких маршрутов обусловлена выявлением взаимосвязи отдельных геологических процессов и явлений. Например, в одном маршруте полезно проследить связи между формами рельефа, литологией пород и тектоникой района, выходами подземных вод на поверхность и определенным стратиграфическим горизонтом, выветриванием и составом горных пород.

Необходимо особо подчеркнуть, что геологические наблюдения в маршруте должны вестись непрерывно.

Основная работа в маршрутах – изучение горных пород, описание результатов тектонических, геоморфологических и других процессов, включая опасные. Записи проводятся на специальных остановках – точках наблюдения (Т.Н.). По характеру изучаемых явлений «Т.Н.» можно условно разделить на три вида. На одних проводится изучение и описание геолого-географических особенностей (тектоники, рельефа, деятельности подземных и поверхностных вод, выветривания и т. д.); на других - изучение и описание горных пород и условий их залегания в обнажениях; и, наконец, на третьих – (наиболее частый случай) исследуются и те и другие вопросы одновременно. Остановка на «Т.Н.» даже на небольшом объекте отнимает много времени, поэтому нужно выбирать каждую точку так, чтобы была возможность изучать наибольшее число объектов и явлений.

При остановке на «Т.Н.» прежде всего, следует сориентироваться по сторонам света (с использованием компаса, по солнцу, или другому способу) и определить нахождение точки на карте и местности, т. е. дать ее адрес. Определение местонахождения производится методом засечек по азимутам на хорошо заметные элементы рельефа, гидрографии и т. д. или методом глазомерной привязки точки по азимуту и расстоянию, определяемому, например, шагами. После привязки наносят местонахождение данной точки на карту под соответствующим номером (нумерация точек наблюдения должна быть сквозной). Сегодня следует осваивать переходить на новейшие методики ориентации на местности – ГЛОНАС и GPS.

Изучая на точке наблюдения геологическое строение отдельного участка, целесообразно, прежде всего, описать общегеологические явления – геоморфологию, гидрографию, тектонику и т. д. Переходя к конкретному описанию пород обнажения, прежде всего, отмечают его размер по высоте и ширине, а также тип (обрывистый склон, скальный выход на склоне, обнажение в русле рек, стенка карьера, элювиальный развал и т. д.). После этого приступают к описанию пород. В зависимости от целей и задач такое описание дается либо в общем виде, либо более подробно и послойно, либо по отдельным пачкам. В последнем случае лучше описывать слои и пачки снизу вверх.

В описании пород должна быть приведена сжатая характеристика их отличительных генетических свойств: текстура, структура, минеральный состав, тектонические дислокации и т. д. В описании указываются элементы залегания пород, их слоистости, сланцеватости, крыльев складок, плоскостей сместителей и т. д. Отмечаются места отбора образцов и их нумерация. На левой стороне пикетажной книжки приводятся зарисовки и указываются места фотоиллюстраций.

При описании породы рекомендуется следующий порядок работы на обнажении. Прежде всего, следует внимательно осмотреть обнажение, отобрать серию образцов, определить все имеющиеся здесь породы, выделить отдельные

пласты, магматические тела, метасоматические зоны, контакты. Определить элементы залегания. При этом руководитель контролирует и направляет работу отдельных студентов и всей группы для того, чтобы прояснилась общая картина обнажения. После этого делают полное описание, а затем схематическую зарисовку обнажения, которая дублируется фотографированием. При необходимости делают зарисовки и фотографии деталей обнажения.

В первых маршрутах и при изучении принципиально новых объектов преподаватель должен сам давать соответствующие описания. Позднее, когда студенты овладеют соответствующими навыками и усвоят общую схему описания, можно поручить одному из них рассказать о том, что он мог бы написать в своем полевом дневнике на данной «Т.Н.». Остальные студенты делают свои замечания и дополнения и, наконец, преподаватель обобщает все сказанное и формулирует итоги для общей записи.

Ниже приведены лишь наиболее важные методические положения из этой области.

Основные правила ведения первичной документации

Формы первичной документации включают:

1 – дневники, полевые книжки;

2 – журналы документации горных выработок;

3 – журналы образцов, проб и т. д.;

4 – этикетки;

5 – зарисовки обнажений, горных выработок;

6 – фотографии естественных и искусственных обнажений.

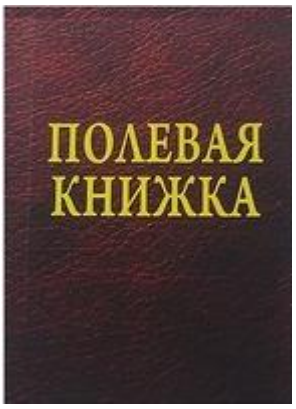
В процессе документации исполнитель обязан придерживаться следующих правил:

1 – все записи ведутся максимально разборчиво;

2 – записи должны выполняться по одинаковой схеме;

3 – записи должны вестись карандашом или чернилами, которые не расплываются во влажных условиях;

4 – записные книжки или дневники должны иметь сквозную нумерацию листов.



Ниже приведены основные правила ведения дневников (полевых книжек).

Дневник (полевая книжка) – основной первичный документ регистрации геологических наблюдений всех видов (собственно геологических, поисковых, геоморфологических и т. п.). Он изготовляется в виде книжки в твёрдом переплёте, покрытом дерматином или другим материалом, предохраняющим его от сырости, механических и иных повреждений. На случай потери рекомендуется использование

материалов яркого цвета, хорошо заметных на фоне растительного и почвенного покрова.

На третьей странице обложки помещается карман. С внутренней стороны клапана располагается держатель для карандаша (ручки).

Формат книжки допускается в пределах от 10-12 х 15-18 см (для кармана одежды) до 13-15 х 20-22 см (для полевой сумки). Большие форматы не рекомендуются вследствие неудобства для использования в маршруте, меньшие – как неоправданно дробящие запись на чрезмерно короткие строки и затрудняющие её чтение.

Рекомендуемый объём дневника – 100–130 листов. Дневник должен изготовляться из писчей бумаги, 6-10 листов миллиметровки и нескольких листов кальки.

Титульный лист дневника должен содержать название организаций, экспедиций (партий, отрядов), фамилию, имя, отчество исследователя, даты начала и окончания дневника, номера точек наблюдения и адрес, по которому следует вернуть утерянный дневник.

На обороте титульного листа помещается оглавление дневника.

На первой странице дневнике помещаются условные обозначения к зарисовкам, список сокращений, принятых в тексте, и необходимые замечания. Далее при необходимости могут быть помещены вспомогательные таблицы (определение истиной мощности и глубины залегания наклонных пластов, поправки к углам падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов и др.) и необходимые пояснения к ним.

На правой стороне дневника ведётся запись наблюдений. Здесь же отмечаются взятые пробы, образцы и другие виды каменного материала.

Перед описанием маршрута, разреза и т. п. указываются день, месяц, год и цель работы. Описание каждой точки наблюдения начинается с красной строки. Привязка точки к местности или предыдущей точке помещается рядом с её номером и образует вместе с ним отдельную точку или абзац. Номера точек наблюдения рекомендуется выделить прямоугольными рамками (в примерах выделены полужирным шрифтом), номера образцов и проб и т. п. подчёркиваются или заключаются в овальную рамку. Измерения элементов залегания, радиоактивности, содержания химических элементов и т. п. выделяются отдельной строкой.

На левой стороне дневника помещаются вспомогательные записи, облегчающие пользование документацией. На неё выносятся все номера образцов, проб и других видов каменного материала, номера фотографий (с указанием их содержания), могут выноситься также элементы залегания. На этой же стороне помещаются зарисовки геологических объектов и их деталей, а также различные схемы для обнажений (отбора образцов и проб, расположение рисунков и фотографий и т. п.) или участков (расположении е геологических тел на местности, кроки местности с расположением обнажений, горных выработок и т. п.). Здесь же излагаются предположения и соображения

исследования, возникающие в процессе наблюдения, но требующие подтверждения или детализации.

В конце описания каждого маршрута должны быть приведены основные выводы исследователя и протяжённость маршрута в километрах.

Законченный дневник подписывается исполнителем, проверяется и подписывается начальником партии (отряда, участка).

Камеральный этап

К а м е р а л ь н ы й э т а п проводится последовательно после завершения одного или двух маршрутов и включает в себя время на обработку полевых материалов, составление отчета и его защиту.

В камеральный этап выполняются следующие виды работ:

- обработка полевых книжек;
- занесение в каталог образцов отобранных проб;
- оформление рисунков к отчету;
- изготовление и описание разрезов, схем и карт;
- изготовление фотографий и вынесение на них геологической информации;
- окончательное уточнение полевых определений горных пород, составление рабочей коллекции каменного материала;
- написание и оформление отчета;
- защита отчета.

Главная цель написания отчета – овладение анализом и обобщением геологических наблюдений и умение грамотно изложить результаты такого обобщения. При этом вырабатываются навыки правильного оформления отчетов, подбора и изготовления графических приложений, составление списка литературы и т. д. Поскольку цель настоящей практики состоит в закреплении теоретических знаний по курсу «Динамическая геология», то вопросам динамики эндогенных и экзогенных процессов, деформаций пород, формам рельефа, гидрогеологическим особенностям района работ необходимо уделить максимальное внимание.

Повышенные требования к методике наблюдения природных объектов и их документации особенно важны для будущих специалистов в области защиты в чрезвычайных ситуациях, поскольку они обязаны не только фиксировать природные и техногенные процессы, но научиться их прогнозировать.

1.3. Правила техники безопасности

Введение

Настоящая инструкция по технике безопасности предназначена для студентов, проходящих учебную геологическую практику в окрестностях г. Екатеринбурга. Опыт показывает, что незнание правил техники безопасности, пренебрежение элементарными правилами влекут за собой несчастные случаи.

Молодые люди, юноши и девушки, решив посвятить свою жизнь трудной профессии должны отчетливо представлять свою будущую специальность. Полевые исследования выполняются в различных природных и климатических условиях. Они требуют от человека физической выносливости, самообладания, умения в сложных условиях, в любой обстановке не теряться. Поэтому подготавливать свой организм, воспитывать в себе необходимые качества и навыки студент должен с первого курса. Участие в экскурсиях, геологических и туристических походах помогает закрепить и приобретать навыки полевой жизни. В этом случае студент на самостоятельной работе будет физически вынослив и морально подготовлен. Очень важным является то, что для успешного выполнения программы геологической практики необходимо знание и умение соблюдать на практике правила личной гигиены и правила безопасности ведения работ.

В данной инструкции приводятся основные положения Правил безопасности при полевых работах.

1. Общие правила безопасности

Геологическая практика должна проводиться по утвержденным в установленном порядке программам, в которых предусматриваются мероприятия по технике безопасности с учетом местных условий в соответствии с настоящей Инструкцией.

Перед геологической практикой все студенты должны пройти медицинское освидетельствование и сделать предохранительные прививки против энцефалита.

Руководители практики перед ее началом обязаны провести специальный инструктаж всех студентов об условиях практики, правилам безопасности и дисциплине. Врач проводит инструктаж об оказании необходимой медицинской помощи на маршруте. О прохождении инструктажа каждый студент расписывается в «Книге регистрации обучения и инструктирования студентов по технике безопасности». В процессе проведения полевых работ руководители групп должны также систематически проводить дополнительный инструктаж о мерах предотвращения наиболее вероятных для данного района работ опасностей и несчастных случаев.

Каждый работающий, заметивший опасность, угрожающую людям, обязан принять зависящие от него меры для ее устранения и немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю. Руководитель обязан принять меры к устранению опасности; при невозможности устранения опасности – прекратить работы, вывести работающих в безопасное место.

Запрещается во время работы и во время перерывов располагаться в траве, кустарнике и других, не просматриваемых местах, если на участке работ используются транспортные средства.

Запрещается допускать к работе лиц в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также в болезненном состоянии.

2. Требования безопасности работы в маршрутах

Перед выходом группы в маршрут руководитель группы обязан:

а) проверить готовность группы к маршруту (обеспеченность ее топоосновой, снаряжением, продовольствием, инструментом, защитными и спасательными средствами);

б) дать указание старосте о порядке проведения маршрута, о правилах передвижения применительно к местным условиям;

в) нанести на свою карту линию намеченного маршрута группы.

В дни, когда по прогнозу погоды затяжной дождь, сильный ветер, то выходить в маршруты запрещается. Если затяжной дождь, густой туман застают группу в пути, необходимо прервать маршрут, укрыться в безопасном месте и переждать непогоду.

2.1. Порядок передвижения в маршрутах

Движение группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную зрительную или голосовую связь между людьми и возможность взаимной помощи. При отставании кого-либо из участников маршрута с потерей видимости или голосовой связи, старший группы обязан остановить движение и подождать отставшего.

При ухудшении метеорологической обстановки (снегопад, гроза, густой туман и т.п.), появлении признаков пожара, при агрессивном поведении хищных зверей следует прекратить маршрут и принять меры, обеспечивающие безопасность работающих.

В маршрутах каждому студенту рекомендуется надевать яркий шарф, косынку или рубашку для обеспечения лучшей взаимной видимости.

Запрещается употреблять в пищу неизвестные грибы, ягоды и рыбу во избежание возможного отравления.

Использование для питьевой воды минеральных источников, бальнеологические свойства которых неизвестны, запрещается, не рекомендуется также купаться в них.

При передвижении и на привалах необходимо соблюдать питьевой режим в соответствии с разделом 4 «Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве». Пить сырую воду из луж, ям и других поверхностных водоемов запрещается. Употребление сырой воды для питья допускается только с разрешения санитарно-противоэпидемической службы.

Особое внимание в маршрутах необходимо уделять мерам предупреждения тепловых и солнечных ударов. В жаркие безветренные дни работать с непокрытой головой не разрешается.

Одежда не должна стеснять движений при работе, обувь обязательно подбираться по ноге.

Для защиты от кровососущих насекомых рекомендуется надевать накомарники или периодически смазывать лицо, шею, руки репеллентами.

В маршруте каждый студент должен иметь нож, индивидуальный перевязочный пакет и запасную коробку спичек в непромокаемом чехле.

Перевозить и переносить острые колющие инструменты (топоры, пилы, ножи и пр.) следует в предохранительных чехлах или в обертке.

2.2. Маршруты в сложных условиях, в горных местностях

При движении и работе на скалах сбрасывать камни и отваливать неустойчивые глыбы без надобности запрещается.

При передвижении по узким тропам и карнизам выступы камней, корни деревьев и т. п. следует обходить очень осторожно, т. к. при резких поворотах можно зацепиться рюкзаком, потерять равновесие и сорваться с обрыва. В таких условиях ремни рюкзаков должны быть ослаблены, связывать их на груди запрещается.

При работе на обрывистых и крутых (более 30^{o}) склонах при отсутствии необходимой опоры следует организовать взаимную страховку работающих.

При движении по осыпям и скалам всегда следует иметь в виду возможность срыва сверху камней и каменных лавин. В таких местах, особенно с карнизными скальными развалами, в узких ущельях со слабоустойчивыми стенками и нависшими каменными глыбами, срыв камней может быть вызван звуком. Поэтому крики без надобности в подобных условиях запрещаются.

Выходить на скальные карнизы, на края обрывов и крутых склонов без соответствующей страховки запрещается.

Подниматься и спускаться по крутым склонам и осыпям следует длинными зигзагами («серпантином»). Подъем вверх «в лоб» и спуск прямо во избежание травмирования камнями идущих ниже не рекомендуется. В случае вынужденного движения таким способом необходимо держаться на максимально близком расстоянии друг от друга.

Подъем и спуск по крутым склонам должны производиться с обязательной взаимопомощью.

При подъеме на гору в залесенной местности, а также при передвижении в густых кустарниках расстояние между людьми должно быть не менее 3 м во избежание травмирования ветками идущего следом.

Подъем и спуск по крутым склонам в местах, где водятся ядовитые паукообразные и змеи, должны проводиться особенно осторожно во избежание внезапного укуса.

2.3. Маршруты в сложных условиях: в речных долинах и оврагах

При работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами передвижение и осмотр обнажений (во избежание опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев) должны производиться очень осторожно.

В случае внезапных грозовых ливней работа в овраге должна быть немедленно прекращена.

Запрещается движение вблизи кромки берегового обрыва.

При передвижении по долинам рек, особенно в местах впадения притоков со спокойным течением, илистые и заболоченные участки следует по возможности обходить или преодолевать их с помощью охранных средств (веревки, шесты, настилы).

2.4. Маршруты в сложных условиях; в лесных районах

При проведении маршрутов в лесу особенно строго должны соблюдаться правила зрительной и голосовой связи.

Передвижение через лесные завалы разрешается только с соблюдением соответствующих мер предосторожности

На участках, заросшей высокой и густой травой, рекомендуется начинать работу после высыхания росы.

При работе в лесу следует строго соблюдать меры пожарной безопасности.

Бросать в лесу непотушенные спички и окурки запрещается. Костры разрешается разводить лишь в местах, где исключена возможность возникновения пожара.

При малейшем признаке лесного пожара (запах дыма, гари, бег зверей и полет птиц в одном направлении) группа должна выйти к ближайшей речной долине или поляне.

При возникновении пожара необходимо приступить к его тушению с помощью всех имеющихся средств и одновременно сообщить об этом местным органам власти.

При передвижении по горелым лесам и торфяникам следует соблюдать особую осторожность.

При проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей рекомендуется плотно застегивать одежду и 3-4 раза в день осматривать тело и одежду.

Запрещается:

а) работать в зоне возможного падения сухостойных деревьев;

б) передвигаться по участкам леса с сухостойными деревьями во время сильного ветра;

в) ударять по сухостойным деревьям инструментом, рукой и т. п.;

г) укрываться во время грозы под высокими и отдельно стоящими деревьями.

2.5. Маршруты в сложных условиях: карст

При движении по закарстованным площадям следует обходить блюдцеобразные и воронкообразные впадины.

Запрещается:

а) производить обследование вновь обнаруженных карстовых пустот;

б) разводить костры перед входом в пещеру.

2.6. Опробование

При отборе образцов в выработках должны применяться меры по защите от падения кусков породы со склона и бортов выработки.

При одновременной работе двух или более пробоотборщиков на одном уступе расстояние между участками их работ должно быть не менее 1,5м.

3. Требования безопасности в аварийных ситуациях

3.1. Если произошел несчастный случай или студент почувствовал недомогание, то следует:

— прекратить работу, сохранить обстановку места происшествия, если это не представляет опасности для окружающих;

— сообщить руководителю, вызвать скорую помощь.

3.2. При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить руководителю, при необходимости вызвать скорую помощь или отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Для оказания первой помощи при ранениях и кровотечениях необходимо на рану наложить стерильный бинт, предварительно смазать настойкой йода очищенный от грязи участок вокруг раны. При сильном кровотечении необходимо наложить выше раны жгут не более, чем на 1.0 - 1.5 часа.

3.3. При возникновении пожара немедленно сообщить о нем преподавателю и в пожарную часть, известить руководителя практики, обезопасить людей и приступить к тушению очага возгорания с помощью первичных средств пожаротушения.

3.4. При обнаружении опасных ситуаций (оголенный электрический провод), оградить опасную зону и сообщить руководителю.

4. Требования безопасности по окончании практической работы

4.1. Привести в порядок снаряжение и другие принадлежности.

4.2. Провести мероприятия личной гигиены. Провести осмотр всех участников экскурсии на предмет обнаружения клещей.

4.3. Организованно пройти на автобусную остановку для возврата в город.

4.4. Ожидать транспорт разрешается только на посадочных площадках, а при их отсутствии – на тротуаре или обочине.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ

Облик Земли в ходе ее развития непрерывно изменяется в результате разнообразных геологических процессов. Многие из них протекают настолько медленно, что человек за всю свою жизнь не может обнаружить каких-либо существенных изменений. Но когда процессы действуют в течение длительных отрезков геологического времени, исчисляемых миллионами лет, они приводят к крупным преобразованиям лика Земли. Другие процессы, например извержения вулканов, землетрясения, протекают быстро, и их проявления можно наблюдать непосредственно. Созидающие и разрушающие геологические процессы вызываются различными источниками энергии.

Одни из них связаны с силами, действующими внутри Земли, и называются процессами внутренней динамики или ***э н д о г е н н ы м и*** (от греческого «эндо» – внутри). Другие проявляются на поверхности Земли и в верхних частях земной коры и связаны с воздействием внешних по отношению к земной коре факторов. Эти процессы называются ***э к з о г е н н ы м и*** (от греческого «экзо» – внешний). В результате взаимодействия внешних и внутренних процессов формируется рельеф Земли (горы, равнины, ущелья, речные террасы).

2.1. Эндогенные процессы и их продукты

К эндогенным относят процессы, протекающие преимущественно внутри Земли, однако главным их признаком являются источники энергии, за счет которых они развиваются. Главным источником внутренней энергии считают гравитационный, второстепенными – радиоактивный и ротационный. К эндогенным процессам, например, относят формирование эффузивных пород, хотя застывание лавовых потоков происходит на дневной поверхности. К эндогенным относят магматические процессы, метаморфические преобразования пород, а также процессы движения литосферных плит (тектонику).

2.1.1. Магматизм и его продукты

Под магматизмом понимают совокупность геологических процессов, связанных с деятельностью магмы и ее производными. Магма представляет собой высокотемпературный расплав (800-1500 градусов Цельсия), возникающий в астеносфере. В силу определенных физико-химических процессов расплав может оставаться на месте его рождения или подниматься по подводящим каналам на дневную поверхность.

В случае если магматический расплав достигает поверхности, после его остывания образуются так называемые *эффузивные породы* (от «эффузио» –

излияние). Сама магма при достижении поверхности называется лавой. Всю совокупность процессов, связанных с магматической деятельностью и протекающих на дневной поверхности, называют вулканизмом или эффузивным магматизмом.

Различия в химическом составе эффузивных и интрузивных пород незначительны. Значимые различия ощущаются лишь в содержании газов, которые при снижении давления в приповерхностных условиях из лавовых потоков быстро удаляются. В верхних частях таких потоков их остатки иногда сохраняются в виде газовых пузырьков.

Химический состав магматических пород определяют около 10-ти основных (породообразующих) компонентов. Однако ведущую роль в составе магмы играет компонент кремнезем – SiO_2, его количество, определяет минеральный состав пород, а также их классификацию. В магматических породах содержание кремнезема колеблется в пределах 35-75 %. Все породообразующие минералы магматических пород являются силикатами, т. е. соединениями разных химических элементов с кремнеземом. Такие соединения с кремнеземом образуют: Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2, MnO, H_2O.

Кроме главных (породообразующих) компонентов магматические породы могут содержать другие химические элементы, называемые редкими, их содержание обычно не превышает 1 %.

Все многообразие магматических горных пород представляет собой комбинацию одного или нескольких упомянутых выше химических компонентов, образующих один из семи породообразующих минералов (силикатов): оливин, пироксен, роговая обманка, слюда (темноцветные минералы), а также плагиоклаз, калиевый полевой шпат, кварц (светлоокрашенные минералы). Если горная порода состоит из одного минерала, то она называется ***мономинеральной***, если из нескольких – ***полиминеральной***.

Классификация магматических пород основана на их химическом, а значит минеральном составе. Все магматические породы разделяются по содержанию кремнезема (SiO_2) на 4 класса:

- кислые – более 63 %,
- средние – 52-63 %,
- основные – 45-52 %,
- ультраосновные – менее 45 %.

Максимальное количество кремнезема содержится, естественно, в кварце (100 %), минимальное – в оливине (40 %).

Минеральный состав магматических пород является отражением их химического состава. Например, кислые породы состоят из минералов с наибольшим содержанием SiO_2, а ультраосновные – с наименьшим. Исходя из этих соображений, минеральный состав различных классов магматических пород будет следующим:

К и с л ы е – кварц, полевые шпаты (кислые плагиоклазы, калиевые полевые шпаты), биотит.

С р е д н и е – полевые шпаты (средние плагиоклазы), роговая обманка.

О с н о в н ы е – полевые шпаты (основные плагиоклазы), пироксен.

У л ь т р а о с н о в н ы е – оливин, пироксен, редко роговая обманка.

Так как в природе не бывает дискретных (четко ограниченных) составов по химизму и минеральному составу, то выделяют промежуточные породы:

- гранодиорит (между гранитом и диоритом),
- граносиенит (между гранитом и сиенитом),
- габбро-диорит (между габбро и диоритом).

Выделение их визуально основано на совместном присутствии в породе двух темноцветных минералов. Например, у гранодиорита и граносиенита одновременно присутствуют роговая обманка и биотит, а у габбро-диорита – пироксен и роговая обманка.

Необходимо также знать еще некоторые правила:

1. В кислых породах в обязательном порядке присутствует кварц, с переходом к породам среднего состава его содержание постепенно приближается к нулю, а темноцветный минерал слюда сменяется роговой обманкой.

2. В средних породах темноцветом выступает роговая обманка, которая доминирует и в диоритах и в сиенитах. Различие между диоритом и сиенитом в соотношении полевых шпатов: в диоритах доминирует плагиоклаз, а в сиенитах – два полевых шпата (плагиоклаз и калишпат).

3. В основных породах темноцветом является пироксен, который при приближении состава породы к среднему может частично замещаться роговой обманкой. При смещении состава в сторону ультраосновных пород темноцветы могут быть представлены, кроме пироксена, оливином.

4. В состав ультраосновных пород не входят светлые минералы. В них доминирует, как правило, оливин и пироксен.

Если минеральный состав определить сложно вследствие очень мелкого размера зерен, класс породы определяется по ее цвету: кислые породы обладают светлой окраской, средние – серой, основные – темной (черной), иногда со светлыми пятнами, ультраосновные – только черной.

Таким образом, магматическая порода определяется в следующей последовательности: сначала по структурно-текстурным особенностям определяется генезис (условия образования), т. е. принадлежность к глубинным, плутоническим (интрузивным) или поверхностным, вулканическим (эффузивным) образованиям. Затем по минеральному составу устанавливается ее наименование (см. табл.1).

Трудности возникают с диагностикой магматических пород при изучении вулканических пород, когда в них выкристаллизованными могут быть: один, два или три минерала. Иногда таких минералов нет вообще, например, в обсидиане (вулканическом стекле). В некоторых случаях окончательная

диагностика возможна только с использованием микроскопических или химических исследований, что не входит в круг наших задач.

Среди плутонических пород следует выделять разновидность жильных или гипабиссальных образований, которые формируются в полуглубинных или малоглубинных условиях и выполняют трещины в земной коре. По условиям формирования (температура, давление, скорость остывания) они занимают промежуточное положение между глубинными интрузиями (плутонами), и поверхностными покровами (эффузивами). Для них наиболее часто употребляются комбинированные названия: гранит-порфир, сиенит-порфир.

Таблица 1

Классификация магматических горных пород

Тип породы по содержанию SiO_2		**Интрузивные породы**	**Эффузивные породы**	**Породообразующие минералы**
Кислые (более 65 %)		Гранит	Риолит, липарит	Кварц, калишпат, кислый плагиоклаз, биотит
Средние (65-53%)	Щелочной ряд	Сиенит	Трахит	Калишпат, средние плагиоклазы, роговая обманка
	Нормальный ряд	Диорит	Андезит	Средние плагиоклазы, роговая обманка
Основные (53-44 %)		Габбро	Базальт	Основные плагиоклазы, пироксен
Ультраосновные (менее 44 %)		Пироксенит	Редко пикриты, коматииты	Пироксен
		Перидотит		Пироксен, оливин
		Дунит, оливинит		Оливин

Текстуры и структуры пород

Текстуры магматических пород разделяются по степени и характеру заполнения пространства минеральным веществом. Различают следующие текстуры:

м а с с и в н а я – обусловлена компактным, плотным и однородным сложением составляющих породу минералов;





п о р и с т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы пустот размером 1-10 мм;

н о з д р е в а т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы пустот размером более 10 мм;

м и к р о п о р и с т а я – определяется наличием округлых или неправильной формы, невидимых для невооруженного глаза, пустот размером менее 0,1 мм;

м и н д а л е к а м е н н а я – образуется при заполнении пустот вторичными минералами (кальцитом, опалом, халцедоном, хлоритом). От пористой текстуры миндалекаменная отличается лишь тем, что мы имеем дело с заполненными пустотами.

Структуры магматических пород обусловлены степенью кристалличности, а также наличием или отсутствием вулканического стекла. Выделяют следующие структуры:

п о л н о к р и с т а л л и ч е с к а я - порода полностью сложена кристаллическими зернами;

п о р ф и р о в а я – порода сложена крупными и мелкими зернами и вулканическим стеклом (крупные кристаллы называют *п о р ф и р о в ы м и в к р а п л е н н и к а м и* , а мелкие в совокупности с нераскристаллизованным стеклом – *о с н о в н о й м а с с о й*);

с к р ы т о к р и с т а л л и ч е с к а я (афировая)– обусловлена наличием в породе очень мелких, различимых только под микроскопом, кристаллов и вулканического стекла;

с т е к л о в а т а я – возникает, когда вулканическая лава застывает в водной среде, не успевая раскристаллизоваться.

Основные разновидности магматических пород

Кислые породы

Г р а н и т – плутоническая или интрузивная порода с массивной текстурой и полнокристаллической, от мелко- до крупнокристаллической, структурой. Минеральный состав: кварц, калиевый полевой шпат, кислые плагиоклазы, биотит. Наличие кварца в породе является главным признаком кислых пород. Зерна кварца характеризуются жирным стеклянным блеском, дымчато-серым цветом, отсутствием спайности.

Р и о л и т (липарит) – эффузивный аналог гранита. Имеет мелкопористую текстуру и порфировую структуру: на фоне светлой скрытокристаллической основной массы выделяются мелкие вкрапленники кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклаза. Темноцветные минералы

встречаются редко, представлены биотитом, реже игольчатыми кристаллами роговой обманки.

О б с и д и а н – застывшее вулканическое стекло. Текстура массивная, иногда флюидальная (со следами течения), структура стекловатая. Чаще всего встречаются обсидианы кислого состава, но имеются также стекла основного и среднего состава. Цвет у них различный: серый, бурый, черный. Образуются при быстром застывании излившейся на поверхность магмы.

П е м з а – «вспененное» стекло; текстура пористая, структура стекловатая. Образуется при быстром затвердевании бурно вскипающей богатой газами и парами лавы. По химическому составу пемзы обычно кислого состава, редко отмечаются разновидности среднего и основного состава.

Средние породы

В этом классе выделяются два ряда – щелочной и нормальный. Породы щелочного ряда характеризуются наличием большого количества калиевого полевого шпата, который доминирует над плагиоклазом. В породах нормального ряда резко доминирует плагиоклаз.

Щелочной ряд

С и е н и т – плутоническая или интрузивная порода; текстура массивная, структура полнокристаллическая. Состоит из калиевого полевого шпата, плагиоклазов (кислых и средних) и роговой обманки, количество которой колеблется от 10 до 20 %.

Т р а х и т – эффузивный аналог сиенита. Текстура тонкопористая, обуславливающая шероховатость породы на ощупь; структура мелкопорфировая, во вкрапленниках желто-розовые калиевые полевые шпаты и один или несколько темноцветных минералов (чешуйчатый биотит и игольчатая роговая обманка). В трахитах часто наблюдаются текстуры течения, т. е. взаимопараллельное расположение игольчатых минералов.

Нормальный ряд

Д и о р и т – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая. Минеральный состав: средний плагиоклаз, (60-65 %) и роговая обманка (30-35 %). Плагиоклаз образует белые или зеленовато-серые зерна неправильной формы; роговая обманка – в виде черных, удлиненной формы кристаллов.

А н д е з и т – эффузивный аналог диорита. Текстура пористая, структура скрытокристаллическая, поэтому минеральный состав не определяется визуально. Класс породы устанавливается по ее цвету – андезит имеет цвет от светло-серого до серого. Иногда структура породы мелкопорфировая, тогда во вкрапленниках содержатся мелкие прямоугольные кристаллы среднего плагиоклаза серого цвета.

Основные породы

Г а б б р о – плутоническая (интрузивная порода). Текстура массивная, структура полнокристаллическая, часто крупно- или гигантозернистая. Состоит из белых или зеленовато-серых основных плагиоклазов и черного пироксена. На Урале пироксен часто замещается роговой обманкой, такое габбро называют уралитизированным.

Б а з а л ь т – эффузивный аналог габбро. Текстура крупнопористая, структура скрытокристаллическая, поэтому минеральный состав не определяется. Класс породы устанавливается по черному цвету. Иногда в базальте наблюдаются мелкие порфировые вкрапленники основного плагиоклаза, пироксена, иногда оливина. При сравнении андезита и базальта, у последнего поры обычно более крупные и более темная черная окраска.

Ультраосновные породы

П и р о к с е н и т – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, крупнозернистая. Состоит из изометрических кристаллов пироксена черного цвета, часто с зеленым или бурым оттенком.

П е р и д о т и т – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, неравномерно-зернистая. Состоит из крупных изометричных кристаллов пироксена и мелких зерен оливина, распределенных между зерен пироксена.

Д у н и т (оливинит) – плутоническая (интрузивная) порода. Текстура массивная, структура полнокристаллическая, мелкозернистая. Состоит из мелких зерен темно-зеленого оливина. При выветривании оливин становится бурым, поэтому дуниты с поверхности имеют бурую корочку.

Вулканических (эффузивных) аналогов ультраосновных пород обычно нет.

2.1.2. Метаморфизм и его продукты

М е т а м о р ф и з м - процесс преобразования любых исходных пород под воздействием изменившихся физико-химических условий среды. Он реализуется преимущественно путем перекристаллизации пород без существенного плавления под воздействием меняющихся температур, давлений, газовой (флюидной) среды. Преобразуя свой минеральный состав, порода, таким образом, приспосабливается к изменившимся термодинамическим (Т-Р) условиям.

Название термина происходит от греческого слова метаморфосис – преобразование. Метаморфическим преобразованием могут подвергаться изначально осадочные, магматические и (повторно)

метаморфические породы. При этом исходные породы, как правило, после таких преобразований полностью теряют свой первоначальный облик.

Факторами метаморфизма, т. е. непосредственными причинами преобразования пород, являются: давление (Р), температура (Т), а также растворы и газы (флюиды), пронизывающие толщи горных пород.

Д а в л е н и е при метаморфических преобразованиях может быть обусловлено рядом причин: давлением нагрузки вышележащих толщ (литостатическим - Рл), динамическим давлением тектонического движения (стрессовым - Рс), давлением движущейся магмы (Рм), а также давлением поровых (гидротермальных и флюидных) растворов (Рф). Главным среди отмеченных причин следует считать тектоническое или стрессовое давление, способное достигать десятков тысяч атмосфер и распространяться на огромные пространства. При проявлении тектонического или стрессового давления роль нагрузки вышележащих пород может оказаться незаметной, а проявление магматического и порового давления флюидов на таком фоне может повлиять на характер минеральных преобразований лишь локально, в местах их проявления.

Т е м п е р а т у р ы метаморфических преобразований могут быть обусловлены несколькими причинами и достигать уровней, когда порода начинает плавиться, т. е. 800-1200 ^{o}C. Всегда существует температурный фон, обусловленный глубиной погружения пород, т. е. геотермическим градиентом (Тг), составляющим обычно около 30^{o}/1 км. Однако основные тепловые превращения в породе осуществляются за счет тектонических подвижек (Тс), и сопровождающих такие движения аномальных глубинных тепловых потоков (Тф). На контакте с магматическими породами преобразование осуществляется за счет прогрева пород очагом остывающей магмы (Тм).

Г и д р о т е р м а л ь н ы е р а с т в о р ы и ф л ю и д ы , которые способны привносить или выносить различные химические компоненты, влиять на характер минералообразования, создавать специфическую окислительную или восстановительную (Eh), а также кислую либо щелочную (pH) среды. Глубинные флюиды насыщены, прежде всего, парами воды и углекислоты, а также более редкими соединениями водорода, хлора, фтора и др.

Типы метаморфизма

В зависимости от сочетания упомянутых выше факторов выделяются те или иные типы метаморфизма. Наиболее простая схема типов метаморфизма, выделяющихся в зависимости от термодинамических (Р, Т) параметров, показана на рис. 2, а геологические условия их проявления – на рис.1.

Можно говорить о термальном типе метаморфизма, когда порода преобразуется под преимущественным воздействием температуры, а также

динамическом, когда основным фактором выступает давление, и динамо-термальном, когда проявляются оба фактора одновременно. Каждый из этих типов обладает своими специфическими геологическими условиями проявления (рис. 3).

Термальный тип проявляется обычно в обрамлении магматических тел, на контакте с ними, поэтому он обычно называется контактовым. Температура магматических тел может колебаться в интервале 800-1200 °С, а вмещающие породы, разогретые первоначально за счет геотермического градиента, могут быть относительно «холодным». Ширина зоны (ореол) контактового метаморфизма зависит, главным образом, от объема магматического очага и может достигать нескольких километров. Если вмещающая порода разогрета жильным магматическим телом, то прогретой может быть лишь узкая полоса в несколько метров.

Весьма существенную роль при контактовом метаморфизме играет химический состав магмы и вмещающих пород, а точнее, контрастность состава между ними. В случае резкого контраста между многокомпонентной магмой и вмещающими породами на их контакте, в соответствии с законами Фика, протекают диффузионные процессы взаимного проникновения, меняющие как состав внешней оболочки магматического тела, так и состав вмещающих пород. Такой процесс перекристаллизации пород, протекающий с существенным изменением их химического состава, называется метасоматозом.

Обычно метасоматоз сопровождается интенсивной гидротермальной и флюидной проработкой, способствующей привносу и выносу химических компонентов. Типичными представителями таких контактово-метасоматических процессов (на границе между силикатными магмами и известняками) являются скарны (см. описание ниже). С другой стороны, в случае, если силикатная магма находится в контакте с близкими ей по химическому составу вмещающими породами, то формируются роговики – прогретые и перекристаллизованные продукты метаморфизма без проявления метасоматоза (см. описание ниже).

Динамический метаморфизм, который чаще называют дислокационным, протекает в относительно «холодных» условиях под воздействием тектонических движений по разрывным нарушениям (разломам). При этом происходит дробление пород, их истирание. Обломки различной величины при последующих процессах, сопровождающихся проникновением в ослабленные зоны флюидов и гидротермальных растворов, могут подвергаться частичной или полной перекристаллизации и цементации с образованием структур катаклаза.

Среди новообразованных минералов – индикаторов высоких давлений – выделяют: кианит, глаукофан, пироп, омфацит (пироксен), алмаз и другие. Эти минералы фиксируют давления больших глубин, где всегда имеется и некоторый температурный фон, создаваемый геотермальным

градиентом. В приповерхностных условиях можно наблюдать неперекристаллизованные брекчии, милониты, филлониты.

Контактовый и дислокационный типы метаморфизма развиваются в ограниченных пространствах, локально. Первый тип проявляется в виде полосы вокруг магматических тел, а второй такой же полосой сопровождает тектонические трещины. Поэтому тот и другой типы объединяются названием л о к а л ь н ы й (рис. 3).

В противоположность локальному выделяют р е г и о н а л ь н ы й м е т а м о р ф и з м , проявление которого охватывает большие пространства (регионы). Он протекает в широком интервале температур и давлений, поэтому его можно называть д и н а м о т е р м а л ь н ы м . Породы регионального метаморфизма, естественно, имеют наиболее широкое распространение. Одновременное проявление температур и давлений создает условия для новообразования широкого диапазона пород, которые можно разделить на фации – совокупности (семейства) пород, формирование которых протекало в близких термодинамических (Р-Т) условиях. Эта близость устанавливается по т. н. индекс-минералам с известными параметрами устойчивости в тех или иных Р-Т условиях. Известен, например, ряд слюд, устойчивость которых возрастает от 200-300 ^{o}С для серицита, до 300-400 ^{o}С для мусковита и 500 ^{o}С и более для биотита. Известны температуры устойчивости и для других минералов.

Название фации определяется по типичной породе. По мере возрастания Р-Т условий регионального метаморфизма выделяют: 1 – *зеленосланцевую* фацию; 2 – *эпидот-амфиболитовую* фацию; 3 – *амфиболитовую* фацию и 4 – *гранулитовую* фацию. В области термодинамических условий гранулитовой (иногда амфиболитовой) фации в породе может отмечаться частичное плавление, такое преобразование называют у л ь т р а м е т а м о р ф и з м о м . Это переходная зона от метаморфизма к магматизму.

Особенности минерального состава

Широкий диапазон термодинамических условий проявления метаморфизма обусловил большое разнообразие минерального состава пород. Кроме того, этот набор минералов зависит от состава исходных пород. Сам механизм перекристаллизации пород, протекающий в твердом виде, представляет собой сложный процесс замещения одних минералов (неустойчивых при новых Р-Т условиях) другими, более устойчивыми. При этом важную роль играют поровые флюиды как катализаторы реакций замещения.

Кроме упоминавшихся минералов, входящих в состав магматических пород, выделяется группа минералов, характерных преимущественно для метаморфических пород.

Т а л ь к – низкотемпературный чешуйчатый минерал, возникающий при гидротермальной проработке магнезиальных пород. Мягкий, с жирным блеском.

Х л о р и т – низкотемпературный чешуйчатый минерал часто с зеленоватым оттенком. Образуется при гидротермальной проработке основных пород.

С е р п е н т и н – возникает как продукт гидротермальной проработки ультраосновных пород. Не обладает четко выраженной формой (иногда образует волокнистые агрегаты у хризотил-асбеста), серого с зеленоватыми оттенками цвета.

С е р и ц и т – низкотемпературная, мелкочешуйчатая, наиболее гидроксилнасыщенная разновидность слюды – мусковита. Присутствие в породе серицита обусловливает ее шелковистый блеск.

А к т и н о л и т – низкотемпературная разновидность роговой обманки. Образует волосовидные, тонколучистые неориентированные агрегаты. Цвет светло-зеленый.

Г л а у к о ф а н – разновидность роговой обманки, образующаяся при высоких давлениях. Образует тонколучистые агрегаты. Цвет густо фиолетовый до черного.

С т а в р о л и т – кристаллы в виде коротких ромбического сечения призм; характерные двойники, напоминающие прямой или косой (угол 60 ^{o}) крест. Цвет коричневый, красно-бурый до черного. Легко узнается по цвету и двойниковым формам.

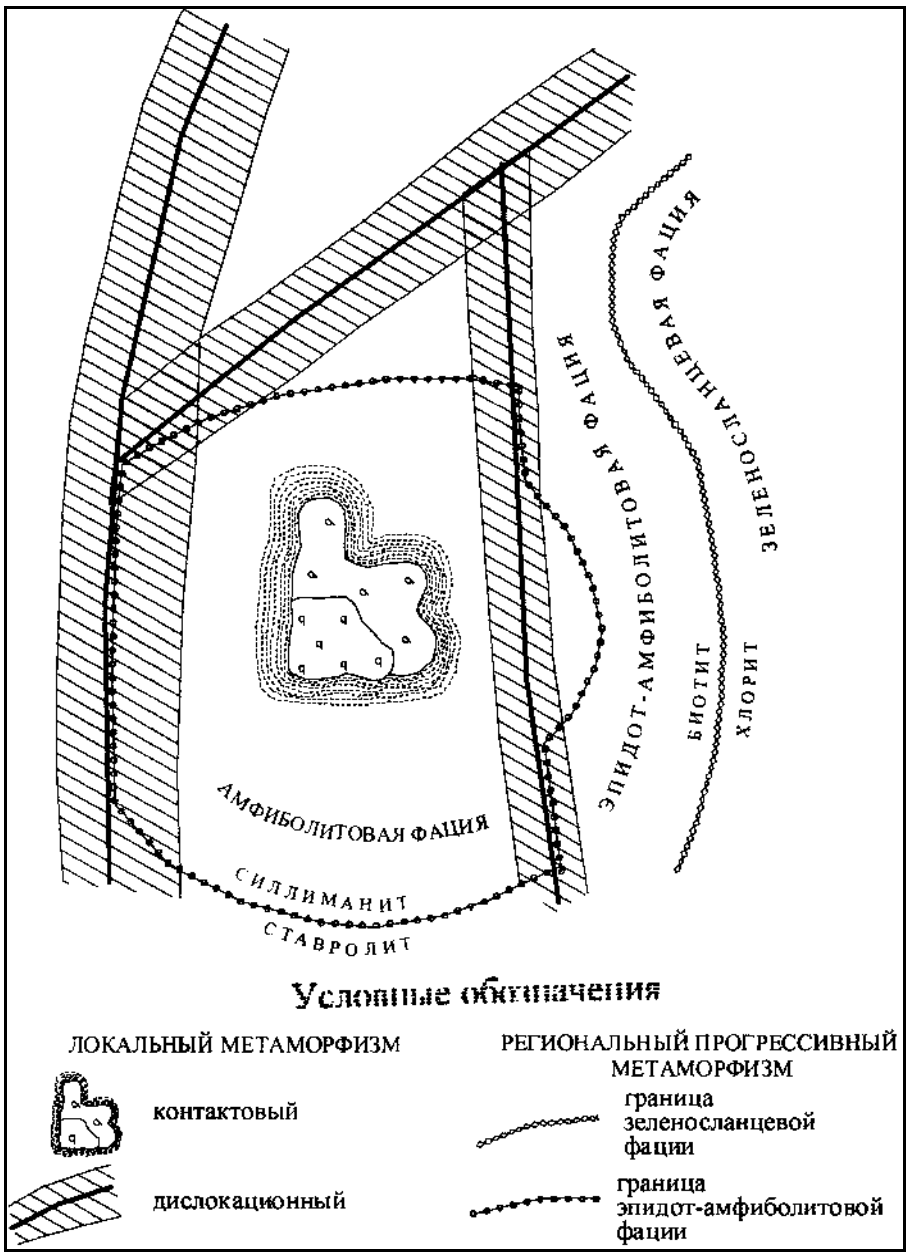


Рис. 1. Схематическая карта метаморфизма

К и а н и т – кристаллы длинные, уплощенные. Имеет анизотропию твердости. Цвет голубой или синий.

Э п и д о т – образует призматические кристаллы; лучистые или зернистые агрегаты. Цвет светло-зеленый. Блеск сильный стеклянный.

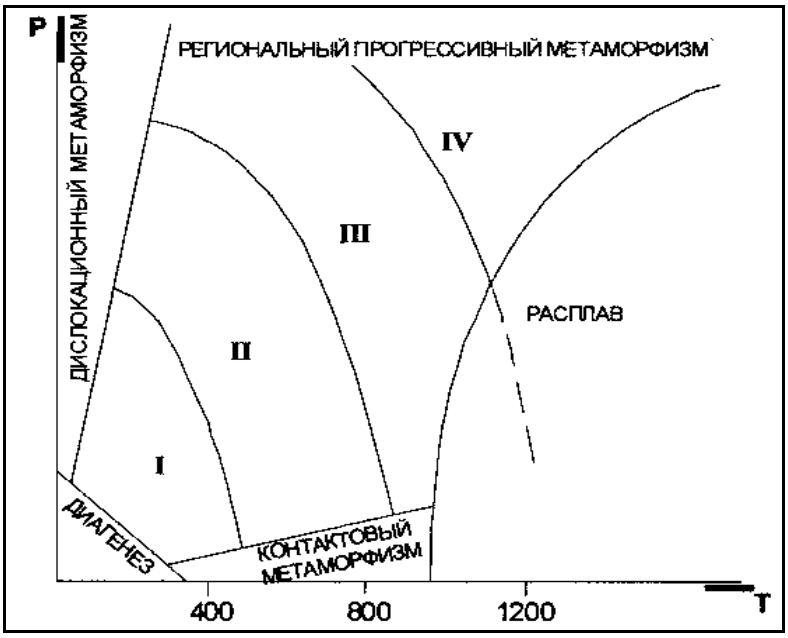


Рис. 2. Типы и фации метаморфизма
1 – зеленосланцевая; 2 – эпидот-амфиболитовая; 3 – амфиболитовая; 4 – гранулитовая

Г р а н а т – кристаллы изометричные в виде ромбододекаэдров, реже зернистые агрегаты. Цвет – от коричневого до красного. Макроскопически легко узнается по характерному облику кристаллов и цвету.

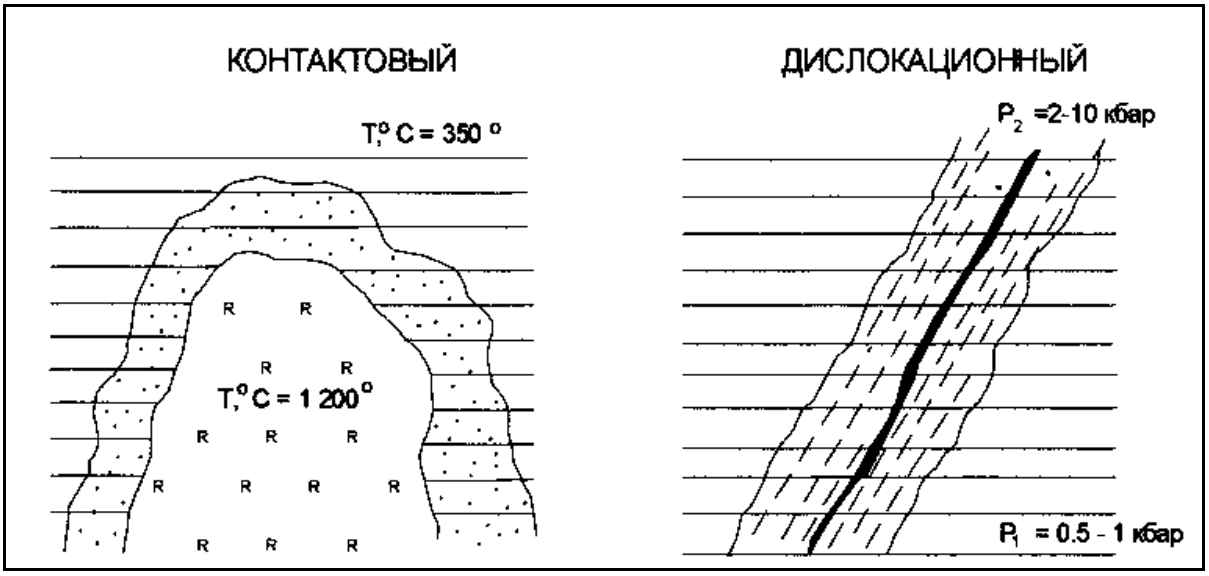


Рис. 3. Локальный метаморфизм

Текстуры и структуры

Текстуры и структуры метаморфических пород зависят от специфических физических условий их образования. Эти условия отличаются от термодинамических параметров кристаллизации магматических пород, для которых действует в полной мере известный закон Паскаля, обеспечивающий при любом направленном тектонических движений одинаковое давление во все стороны. Этим условием обеспечивается повсеместная массивная текстура глубинных магматических пород. Слюды в гранитах, например, благодаря действию закона Паскаля, не ориентированы в одном направлении.

Метаморфические процессы не достигают условий плавления, поэтому они изменяются в твердом или пластичном состоянии, когда закон Паскаля работает лишь частично или не проявляется вовсе. Для регионального метаморфизма, например, ориентированное давление влияет на форму возникающих минералов, а также на их параллельную или субпараллельную ориентировку. Поэтому у низкотемпературных продуктов регионального метаморфизма отмечаются, как правило, сланцеватые текстуры с параллельным и субпараллельным расположением вытянутых, уплощенных или чешуйчатых минералов.

С повышением температуры, в условиях амфиболитовой фации, когда вещество начинает проявлять пластические свойства, а значит частично проявляется закон Паскаля, четкая ориентировка удлиненных, уплощенных минералов постепенно исчезает, т. к. давление становится, до определенной степени, всесторонним. Такая текстура со слабо выраженной ориентировкой минералов называется гнейсовой, по названию главного и типичного представителя пород амфиболитовой фации – гнейса.

Максимальное проявление закона Паскаля достигается в условиях гранулитовой фации, поэтому ее продукты не несут следов ориентировки минералов, а текстура называется массивной как у глубинных магматических пород.

Так как региональный метаморфизм протекает в условиях тектонического давления, то сланцеватые текстуры могут усложняться мелкой складчатостью. Тогда текстура называется плойчатой. Нередко метаморфические процессы высокотемпературных фаций сопровождаются расслоением первично однородной массы на слои контрастного минерального состава. Образуются темно-окрашенные (с амфиболом, слюдами) и светлоокрашенные (с кварцем, полевым шпатами) слои. В этом случае говорят о полосчатой текстуре пород.

Более широкий диапазон текстур характерен для продуктов локального (контактового и дислокационного) метаморфизма. Для скарнов, роговиков, березитов, лиственитов, мраморов, образующихся при контактовом метаморфизме без проявления тектонического (стрессового) давления, наиболее часто отмечается массивная текстура.

Структурные особенности метаморфических пород также в существенной степени определяются Р-Т условиями среды минералообразования. Очевидно

ведь, что в условиях полной анизотропии среды, когда относительно «холодная» твердая порода подвергается тектоническому направленному сжатию, легче кристаллизоваться и расти чешуйчатым минералам, которые относительно легко могут наращивать свой размер вкрест, перпендикулярно вектору давления.

В то же время в условиях изотропной среды гранулитовой фации, когда давление становится всесторонним, возникают благоприятные условия для кристаллизации изометричных, объемных минералов.

Так как для метаморфических процессов отмечается тесная обусловленность внешними факторами формы минералов, эта особенность заложена в понятие с т р у к т у р ы (в противоположность магматическим и осадочным породам, где в понятие структуры вкладывается не форма, а размер минералов, зерен и т. д.). Форма минералов, а значит и структура породы, совместно с ее текстурными особенностями позволяют восстанавливать Р-Т условия образования продуктов метаморфизма.

Конкретные названия структур определяются несколькими латинскими названиями упомянутых форм минералов: *л е п и д о с* – ч е ш у й к а; *н е м а т о с* – н и т ь, и г о л к а; *г р а н о с* – з е р н о. Кроме того, следует помнить, что метаморфизм – процесс постоянного обновления минерального состава породы, все минералы вновь выросшие, возникшие. Этот процесс называется ***б л а с т е з о м*** (от греческого б л а с т о с – р о с т о к).

В итоге структуры продуктов регионального метаморфизма, в зависимости от формы слагающих ее минералов, могут называться: лепидобластовая, гранобластовая, нематобластовая, либо более сложными комбинированными названиями: лепидогранобластовая, нематогранобластовая и т. д.

Г р а н о б л а с т о в а я структура чаще отмечается для пород амфиболовой и гранулитовой фаций метаморфизма при наличии зерен изометричной формы – кварца, полевых шпатов, гранатов, карбонатов и др.

Л е п и д о б л а с т о в а я характерна обычно для зеленосланцевой фации при обилии чешуйчатых, листоватых минералов – серицита, мусковита, биотита, хлорита, талька, серпентина.

Н е м а т о б л а с т о в а я в чистом виде встречается редко (амфиболы, актинолитовые сланцы) и отличаются наличием минералов игольчатой, длиннопризматической формы (эпидот, роговая обманка, актинолит, кианит, рутил).

Однако, как уже отмечалось, в природе чаще встречаются комбинированные структуры, когда в наличии имеется несколько минералов разной формы, например, лепидонематогранобластовая структура. В этом случае название структуры формируется по определенному правилу. В начале такого наименования ставится структура, определяющая форму наименее распространенного минерала, а в конце – наиболее распространенного.

Иногда в породе отмечаются разнозернистые агрегаты, когда один из новообразованных минералов резко выделяется по размеру среди остальных. В этом случае можно говорить о **п о р ф и р о б л а с т о в о й** структуре.

Значительно меньшую информацию об условиях образования несут структуры контактового метаморфизма, продукты которого чаще всего обладают **к р и с т а л л о б л а с т о в ы м и** структурами.

Среди пород регионального метаморфизма имеется два характерных исключения. В зависимости от Р-Т условий различные формы минералов возникают лишь в том случае, если в исходном химическом составе имелись в наличии необходимые породообразующие компоненты, позволяющие строить все многообразие решеток минералов (чешуйчатых, игольчатых, зернистых). Среди осадочных пород известны два мономинеральные, а значит простые по составу, образования – известняки ($CaCO_3$, $MgCO_3$) и кварцевые пески (SiO_2). При метаморфизме эти простые по составу породы не способны формировать игольчатые, чешуйчатые и другие, кроме зернистых, формы. Поэтому известняки при метаморфизме переходят в мономинеральную (с одним кальцитом) породу – мрамор с возможным укрупнением зерна по мере роста температуры. Аналогично ведут себя кварцевые пески, которые способны образовать только зернистый агрегат кварцита. Так как отмеченные породы не способны реагировать на давление изменением формы зерен, то для них, обычно, трудно восстановить тип метаморфизма – региональный или контактовый.

Основные разновидности метаморфических пород

Продукты регионального метаморфизма

Продукты регионального метаморфизма отличаются большим разнообразием. Это обусловлено, во-первых, разнообразием исходного состава горных пород (*эдукта*), во-вторых, зависимостью минерального состава пород от термодинамических условий (породы одного химического состава в условиях разных фаций имеют различный минеральный состав). Некоторым исключением выглядят две упомянутые выше породы: мрамор и кварцит, краткое описание которых приведено ниже.

М р а м о р – карбонатная порода, образующаяся при метаморфизме известняков и доломитов и сложенная преимущественно кальцитом. Мраморы высокой степени метаморфизма лишь немногим отличаются от мраморов низкой степени. При увеличении температуры может возрастать крупность минеральных зерен. В остальном породы идентичны, хотя их генезис может быть весьма разнообразным.

Чистые разности мраморов имеют белый цвет, различные минеральные примеси окрашивают их в розовые (гематит), желтые (лимонит), серые (органическое вещество), зеленые (хлорит, эпидот) оттенки. Текстура массивная, реже полосчатая; структура гранобластовая.

Кварцит – горная порода, состоящая существенно из кварца. Образуется при метаморфизме кварцевых песчаников и некоторых кислых магматических пород (кварцевых порфиров). Так как кварц слабо реагирует на изменение термодинамических условий, фациальный уровень того или иного кварцита (если нет других минеральных примесей) определить очень трудно.

Кварциты низких и высоких степеней метаморфизма, в силу упомянутых причин, очень похожи. Цвет чистых кварцитов белый, в зависимости от примесей может обладать розовым, черным, желтым, зеленым оттенками. Текстура массивная; структура гранобластовая.

Внешне кварцит очень похож на мрамор, но отличается от него следующими свойствами: твердостью (кварцит царапает стекло, мрамор - нет), спайностью зерен (у кальцита совершенная спайность в трех направлениях, у кварца отсутствует), реакцией с соляной кислотой (мрамор «вскипает» в кислоте, кварцит не реагирует).

Полиминеральные породы изменяют свой минеральный состав в зависимости от фациальных условий, поэтому эти породы будут рассмотрены в рамках минеральных фаций.

Фация зеленых сланцев

Филлит образуется в самой низкотемпературной области фации зеленых сланцев. Исходной породой филлитов обычно являются аргиллиты (глинистые сланцы). Глинистые минералы в результате метаморфизма преобразуются в кварц, серицит, иногда хлорит, альбит (полевой шпат), часто с примесью графита. Так как зерна очень мелкие визуально минеральный состав не устанавливается, а внешне это темная, почти черная (за счет примеси графита) сланцеватая порода с шелковистым блеском на плоскостях сланцеватости, обусловленным присутствием серицита.

Часть исходного минерального состава может оставаться не перекристаллизованной. Текстура сланцеватая, структура чаще всего гранолепидобластовая. Гранулярность породы нередко обусловлена сохранившимся зернистым кварцем.

Кварц – серицитовый сланец является продуктом зеленосланцевой фации прогрессивного регионального метаморфизма и образуется либо по аргиллитам (глинистым сланцам), либо по аркозовым песчаникам, или кислым магматическим породам. Основными минералами являются кварц, серицит, альбит (полевой шпат). В зависимости от исходного состава пород могут присутствовать хлорит, эпидот или карбонаты. Размер зерен еще очень невелик (до 0,5 мм), поэтому отдельные минералы определяются с трудом. Цвет породы светло-серый, иногда с зеленоватым оттенком (за счет хлорита и эпидота); на плоскостях спайности – шелковистый блеск, обусловленный присутствием серицита. Текстура сланцевая, иногда плойчатая; структура гранолепидобластовая.

Хлоритовый (зеленый) сланец – продукт зеленосланцевой фации прогрессивного регионального метаморфизма основных магматических

пород. Это сланцеватые зеленые породы, цветом своим обязаны обилию одного или более зеленых минералов (хлорита, эпидота и актинолита), из других минералов практически всегда отмечается альбит (полевой шпат) и кварц. Структура породы гранолепидобластовая.

Тальковый сланец образуется за счет низкотемпературного гидротермального метаморфизма ультраосновных магматических пород (перидотитов и серпентинитов). Основным минералом породы является тальк (не менее 75 %, обычно 90 %), может присутствовать хлорит, актинолит, серпентин, карбонаты. Текстура сланцеватая, структура лепидобластовая.

Эпидот-амфиболитовая фация

Слюдяной (кристаллический) сланец – продукт регионального метаморфизма эпидот-амфиболитовой фации. Исходными породами кристаллических сланцев могут быть осадочные (аргиллиты и песчаники) и кислые магматические породы. Основными минералами этих сланцев являются биотит, мусковит, кварц, полевые шпаты. При этом в сланцах преобладают слюды (биотит и мусковит), поэтому для них характерна грубая рассланцованность. Помимо этих минералов в кристаллических сланцах, как правило, присутствуют порфиробласты граната, кианита, ставролита и других минералов. Текстура сланцеватая; структура порфиробластовая, лепидогранобластовая, гранолепидобластовая.

Амфиболитовая фация

Гнейс – продукт дальнейшего метаморфизма слюдяных кристаллических сланцев, т. е. исходными породами гнейсов являются осадочные и кислые породы. Главные минералы гнейсов – кварц, полевые шпаты, слюды (биотит, мусковит) и роговая обманка; может присутствовать гранат, кианит и др. Наиболее характерным отличием гнейсов от кристаллических сланцев является гнейсовая (полосчатая) текстура – чередование светлых кварц-полевошпатовых и темных биотит-роговообманковых прослоев – без отчетливой ориентировки удлиненных и чешуйчатых зерен. Такая расслоенность является результатом «метаморфической дифференциации» прогретых до высокой пластичности пород, при которой обычно не образуется сланцеватых структур. Структура лепидогранобластовая.

Амфиболит – типичная порода амфиболитовой фации регионального метаморфизма, производная от основных магматических пород. Сложена преимущественно роговой обманкой и плагиоклазом. В ней могут присутствовать в небольших количествах гранат, биотит и кварц. Текстура визуально массивная, но под микроскопом часто заметна ориентировка призм роговой обманки. Нередко наблюдается полосчатая «гнейсовая» текстура. Структура нематогранобластовая или гранонематобластовая.

Гранулитовая фация

Гранулиты представляют собой среднезернистую до крупнозернистой породу по облику, состоящую в основном из калиевого полевого шпата, натриевого плагиоклаза и пироксена, а также кварца, граната и других минералов. Гранулиты похожи на гнейсы, но поскольку у них обычно нет слюды, эти породы имеют массивную текстуру. Структура породы преимущественно гранобластовая.

Продукты дислокационного метаморфизма

При дислокационном метаморфизме основным фактором является одностороннее (стрессовое) давление, которое возникает при тектонических подвижках (взбросах, сдвигах, надвигах и т. д.).

Тектонические брекчии – сильно раздробленные породы, состоящие из угловатых обломков различных размеров, сцементированных тем же, но мелко раздробленным, материалом. Разновидностью тектонической брекчии может считаться яшма – кремнистая пестро окрашенная порода, продукт тектонического дробления осадочных, вулканогенно-осадочных кремнеземсодержащих образований.

Катаклазит – сильно раздробленная, перетертая горная порода, состоящая из деформированных, изогнутых, раздробленных зерен минералов.

Милонит – еще более тонкоперетертая горная порода. От катаклазита отличается большей степенью раздробленности минеральных зерен и наличием линзовидно-полосчатой, сланцеватой текстуры, которая возникает вследствие неоднократных разнонаправленных перемещений блоков породы. В результате образуются линзы грубо раздробленного материала, сцементированные тонко раздробленной полосчатой, частично перекристаллизованной массой.

При более высоких температурах в зонах дислокационного метаморфизма происходит перекристаллизация и новообразование минералов, устойчивых при высоких давлениях – кианита, пиропа, омфацита (пироксена). Примером таких пород может служить эклогит.

Эклогит – продукт метаморфизма высоких температур и очень высоких давлений. Исходными породами эклогитов являются основные магматические породы. Состоят преимущественно из пироксена (омфацита) и граната (пиропа). Иногда отмечается кианит и полевые шпаты. Омфацит темно-зеленого цвета, призматической формы. Гранат в эклогите представлен пиропом, который образует крупные порфиробласты красно-коричневого цвета. Текстура массивная, иногда слабо сланцеватая, структура гранонематобластовая.

Кроме того, хорошо известно, что алмазы образуются в «трубках взрыва», в кимберлитах при высоких давлениях. Минералами-спутниками алмазов служат те же омфацит и красный пироп.

Продукты контактового метаморфизма и метасоматизма

В случае если контактовый метаморфизм протекает в зоне сочленения разогретой силикатной магмы с близкими ей по химическому составу вмещающими породами, здесь происходит лишь прогрев пород без существенного перемещения химических компонентов. В таких условиях, при отсутствии контраста химических составов обеих пород, образуется, например, роговик.

Р о г о в и к – плотная порода, обычно с высоким содержанием кремнезема, Следствием такого состава является присутствие у неё раковистого излома. Текстура массивная, структура гранобластовая (роговиковая). В состав роговика могут входить различные минералы: кварц, слюды, полевые шпаты, гранат и др. Но вследствие тонкозернистой (роговиковой) структуры эти минералы обычно не определяются.

При наличии градиента концентрации (контраста) химического состава на границе магма – вмещающие породы, такой контактовый метаморфизма обычно сопровождается *метасоматизмом* – существенной миграцией химических компонентов, что, в конечном счете, приводит к значительному изменению состава как магмы (в эндоконтакте), так и во вмещающих породах (в экзоконтакте). Так образуются скарны.

С к а р н – контактово-метасоматическая порода, образующаяся на контакте мраморов или известняков и кислых (до средних) магматических пород. В зоне контакта под действием высоких температур магматического очага на начальной стадии образуются роговики, которые при дальнейшей их проработке высокотемпературными растворами преобразуются в метасоматическую породу – скарн.

Растворы имеют высокую минерализацию и пропитывают эндо- и экзоконтакты интрузии. В мраморы и известняки из интрузии обычно мигрируют элементы Fe, Mg, Si, Al и др., а в известняках растворы обогащаются Ca и CO_2. В результате взаимодействия этих растворов происходит образование новых минералов – граната (андрадита), кальцита, реже везувиана, эпидота, роговой обманки и актинолита. Очень часто скарны бывают рудными, т. е. содержат большое количество магнетита, сульфидов, иногда золота. Все крупнейшие на Урале месторождения железа, разрабатываемые еще Демидовым, на базе которых выросли такие города, как Н.Тагил, Екатеринбург, Магнитогорск, являются скарново-магнетитовыми.

В целом для скарнов характерны следующие признаки: разнообразие и непостоянство минерального состава; резкое изменение размеров зерен даже в пределах одного штуфа; обязательное присутствие граната и кальцита; частое наличие рудных минералов (магнетита и др.). Текстура у них массивная, структура гранобластовая.

Метасоматизм, или метасоматоз, протекает без проявления ощутимого стрессового, тектонического давления. Поэтому объем исходных и конечных продуктов всегда сохраняется неизмененным. В некоторых случаях метасоматические породы образуются благодаря «пропариванию» пород

проникающими с глубин горячими растворами (серпентиниты, лиственити, березиты).

Серпентиниты – гидротермально изменённые ультраосновные породы (дуниты, перидотиты). Серпентинизация может быть как автометаморфической, т. е. вызванной гидротермами самой интрузии, так и аллометаморфической, связанной с воздействием на ультраосновные породы гидротерм других, более молодых интрузий. Сущность процесса серпентинизации заключается в замещении первично безводных Fe-Mg-силикатов (оливина и пироксена) водным силикатом Mg (серпентином) и вторичным окислом железа (магнетитом). Цвет породы тёмно-зелёный, пятнистый, текстура массивная, структура лепидогранобластовая.

Листвениты – конечный продукт единого процесса гидротермального преобразования ультраосновных пород, состоящего из 3-х стадий – серпентинизации, карбонатизации и лиственитизации. Гидротермы, вызвавшие серпентинизацию ультраосновных пород, с понижением температуры обогащаются углекислотой (CO_2), что вызывает интенсивную карбонатизацию серпентинитов с образованием талька и карбоната Mg. На следующем этапе, когда весь серпентин заместился тальком и карбонатом, начинается карбонатизация талька. Освобождающаяся при этом кремнекислота (SiO_2) образует кварц. В результате появляется кварц-карбонатная порода – лиственит. Обычно она имеет зелёный цвет за счёт примеси фуксита – зелёной хромовой слюды. Характерны также примесь золотоносного пирита, поэтому лиственит используются как поисковый признак на золото. Текстура массивная, структура гранолепидобластовая.

Березиты – гидротермально изменённые кислые магматические породы, в которых полевые шпаты под воздействием гидротерм были замещены серицитом. Состоят из кварца и серицита часто с примесью золотоносного пирита. Цвет серый, текстура массивная, структура гранолепидобластовая.

2.1.3. Тектоника

Конвективные движения в пластичной астеносферной оболочке приводят в постоянное движение внешнюю хрупкую оболочку земли – литосферу. Ее движения осуществляются, главным образом, по двум направлениям: вертикальному и горизонтальному. И те, и другие приводят к нарушению первоначального залегания пластов литосферы, формируют ее внутреннюю структуру. Всесторонним изучением таких движений литосферы занимается наука геотектоника. В сфере ее изучения как сами процессы движения, их характер, причины, так и последствия – деформации литосферы. Как правило, именно после изучения и анализа деформаций восстанавливают характер процесса движения.

Классификация тектонических явлений

Согласно современной классификации профессора МГУ В. Е. Хаина, тектонические движения делятся на два типа: вертикальные и горизонтальные. Давно и хорошо изучены вертикальные движения литосферы, которые имеют множество аргументированных доказательств. Здесь выделяют колебательные (эпейрогенические) и горообразующие (или орогенические) движения.

Колебательными, или эпейрогеническими, называют медленные радиальные движения литосферы вверх-вниз, которые обычно не приводят к существенным деформациям ее пластов. При орогенических (горообразовательных) движениях напряжения передаются тангенциально, по касательной к поверхности Земли, и в результате такого горизонтального сталкивания литосферных плит (коллизии) формируются складчатые пояса - геосинклиналии. Некоторые исследователи увязывают отмеченные два типа движений генетически, как имеющие единую, общую природу.

В середине XX века в геологии доминировали представления об исключительно вертикальных движениях литосферы. С ними связывались также складчатые и разрывные нарушения, т. е. формирование геосинклинальных структур. Их физико-химическая природа очевидна: движение вниз (прогибание) обеспечивает сила гравитации, а подъем вверх – тепловое расширение, подъем нагретого на глубинах тепло-массопотока.

За последние годы доминирующей стала концепция (теория) горизонтальных движений литосферных пластин, формирующих зоны растяжения (рифтинга) и зоны сжатия (геосинклиналии). Механизм и причины таких горизонтальных движений до конца не выяснены, однако обычно увязываются с так называемыми «вихревыми» движениями в подстилающем их слое – астеносфере. В настоящее время горизонтальные и вертикальные движения литосферы не являются взаимно исключающими друг друга.

С началом космической эры, когда начали внедрять лазерные методы инструментальных наблюдений, масштабы вертикальных и горизонтальных движений были надежно обоснованы. Речь идет обычно о движениях, достигающих первых сантиметров в год. Максимальный горизонтальный дрейф сегодня испытывает Австралийский континент, который перемещается к северо-западу со скоростью 16 см в год.

Вертикальные движения

В недалеком прошлом в качестве свидетельств современных вертикальных движений привлекались, например, погруженные в прибрежные акватории древние города, а точнее - их остатки. Сегодня таким примером может служить Венеция, фундамент домов которой погружен в воду. Быстро поднимается Скандинавия, погружается северо-запад Европы, где Голландия, Бельгия спасают от наступающего моря свои северные территории при помощи

высотных дамб. Масштабы вертикальных перемещений сопоставимы с горизонтальными и достигают первых сантиметров в год.

Надежным индикатором современных вертикальных движений могут служить речные террасы. На Урале, например, реки бассейна Оби имеют четыре горизонтальные площадки, возвышающиеся над поймой. Обычно такие площадки (террасы) имеют высоту несколько метров (обычно 3-5 м). Они в свое время были поймой, однако, вследствие эпейрогенических движений, на фоне которых амплитуда восходящих движений была каждый раз больше, чем нисходящих, такие горизонтальные площадки оказывались приподнятыми. Русло реки каждый раз врезалось все глубже, а новая пойма все ниже. За последний миллион лет геологической истории на восточном склоне Урала по наличию речных террас устанавливается четыре колебательных движения с общей тенденцией к поднятию.

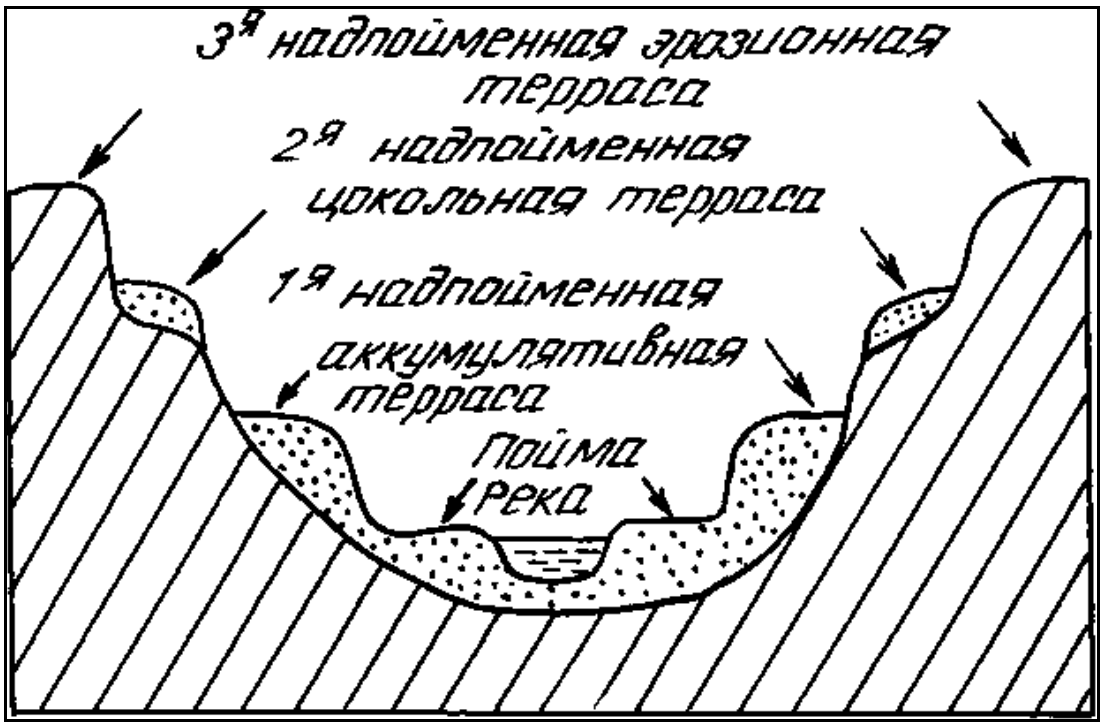


Рис.4. Схематический разрез речных террас

Характер движения и их масштабы фиксируются разрезом террас (рис. 4). Цокольные террасы, сложенные исключительно скальными, коренными породами, могут рассматриваться как свидетели подъема территории без предшествующего опускания, а аккумулятивные террасы, сложенные речными наносами, свидетельствуют о предшествующем опускании территории и т. д.

Классическими геологическими доказательствами вертикальных тектонических движений являются разрезы осадочных терригенных толщ. Быстрая смена вверх по разрезу грубообломочных пород (конгломератов) более мелкообломочными (гравелитами), а затем песчаниками и, наконец, глинистыми породами может рассматриваться как доказательство погружения дна моря, отступания береговой линии. Такой разрез называется

трансгрессивным (трансгрессия – наступление моря). Обратное чередование слоев, когда вверх по разрезу размер зерен становится все более крупным, может служить доказательством обратного тектонического процесса – поднятием морского дна. Такой разрез называется регрессивным. Аргументом в пользу такого толкования разреза может служить распределение осадков в современных морях: чем дальше от береговой линии – тем мельче осадочный материал. Волноприбойные движения строго сортируют привносимый с континента материал, крупный галечник остается в зоне пляжа, а мелкий глинистый материал выносится в глубинные и удаленные от берега зоны моря.

Горизонтальные движения

Убедительные доказательства горизонтальных перемещений литосферных плит (пластин) получены лишь в последние десятилетия, хотя о расколе Пангеи (бывшего единого континента) говорили давно. До недавнего времени трудно было объяснить механизм такого перемещения, его причины и источники энергии. Известная с начала века теория «дрейфа континентов» Вегенера была вскоре опровергнута физико-математическими расчетами советских геофизиков, что надолго затормозило развитие исследований в этой области. Лишь в последние десятилетия теория горизонтальных перемещений литосферных пластин была аргументированно обоснована.

Серьезный сдвиг в восстановлении теории горизонтального дрейфа был получен с открытием астеносферы – слоя размягчения в верхней мантии. Ведь до сих пор главным контраргументом против возможного горизонтального смещения одного слоя верхней оболочки Земли по отношению к другому была математически доказанная невозможность процесса, способного оторвать отдельные слои по горизонтальным плоскостям с последующим движением по ним. Открытие астеносферы сняло это главное возражение геофизиков. Механизм горизонтального скольжения как своеобразного «транспортера» литосферных плит был установлен. Началась интенсивная разработка теории горизонтальных перемещений, известной в последующем как «новая глобальная тектоника», теория мобилизма, плейт-тектоника.

Первые аргументы в пользу горизонтальных перемещений верхней оболочки Земли привел в начале 20-го века немецкий геофизик Вегенер в своей книге «Дрейф континентов». Этот ученый полагал, что континентальные блоки коры перемещаются по океаническим. Как в последствии оказалось, это было невозможно. Возражение было снято лишь во второй половине века, когда была открыта астеносфера. Это открытие стало глобальной вехой в развитии геологических представлений вообще и стало основным аргументом в пользу горизонтальных перемещений литосферных плит в послевегенеровское время. Сегодня можно уверенно говорить о том, что двигаются не только континенты (континентальные блоки), но и блоки океанической коры, захватывая часть верхней мантии.

Тектонические деформации (дислокации)

Естественным следствием тектонических движений являются деформации слоев литосферы, которые нарушают их первоначальные залегания. Складчатые, или пликативные деформации, обычно развиваются на фоне горизонтальных сжатий и проявляются без разрыва сплошности пластов. При этом может наблюдаться их уплотнение, утончение или утолщение, хотя следует отметить, что на практике складчатые деформации обычно всегда сопровождаются сетью тонкой трещиноватости, называемой кливажом. Трещины кливажа могут иметь различную ориентировку, а их образование связывается с неравномерным движением вещества при формировании складок. При изгибе пласта внешние слои растягиваются, а внутренние сжимаются.

По форме складки делятся на ***антиклинальные*** – выпуклые вверх и ***синклинальные*** – вогнутые вниз, однако в природе, на отдельных обнажениях, нередко видна лишь часть складки, когда пласты наклонены в одну сторону. Такой фрагмент складки называется моноклиналью.

В относительно спокойных тектонических областях, без проявления интенсивных горизонтальных сжатий, антиклинальные складки могут иметь вид купола – слабо выпуклой складки, изометричной в плане. Если эта изометричность в плане нарушена, но отношение длины складки к ее ширине не превышает 2:1, такие деформации называют брахискладками, в данном случае – ***брахиантиклиналью***. Аналогичные синклинальные структуры называют мульдой или чашей, а в некоторых случаях – ***брахисинклиналью***. Более напряженные складки называют линейными, изоклинальными.

Наиболее часто употребляют классификации складок по морфологическому (форме складок) или генетическому (по происхождению) принципу. Кратко коснемся лишь морфологии складок и, прежде всего, геометрических элементов отдельной складки.

У каждой складки выделяют ряд элементов: замок, крылья, ядро, шарнир, ось, осевая плоскость (рис. 5).

Замок складки – место перегиба пласта; **крылья** – боковые, расходящиеся части складки, которые сочленяются в замке; **ядро складки** – внутренняя часть складки, осевая плоскость делит складку на две симметричные части и проходит через **шарнир** – линию, соединяющую все точки максимального перегиба пласта.

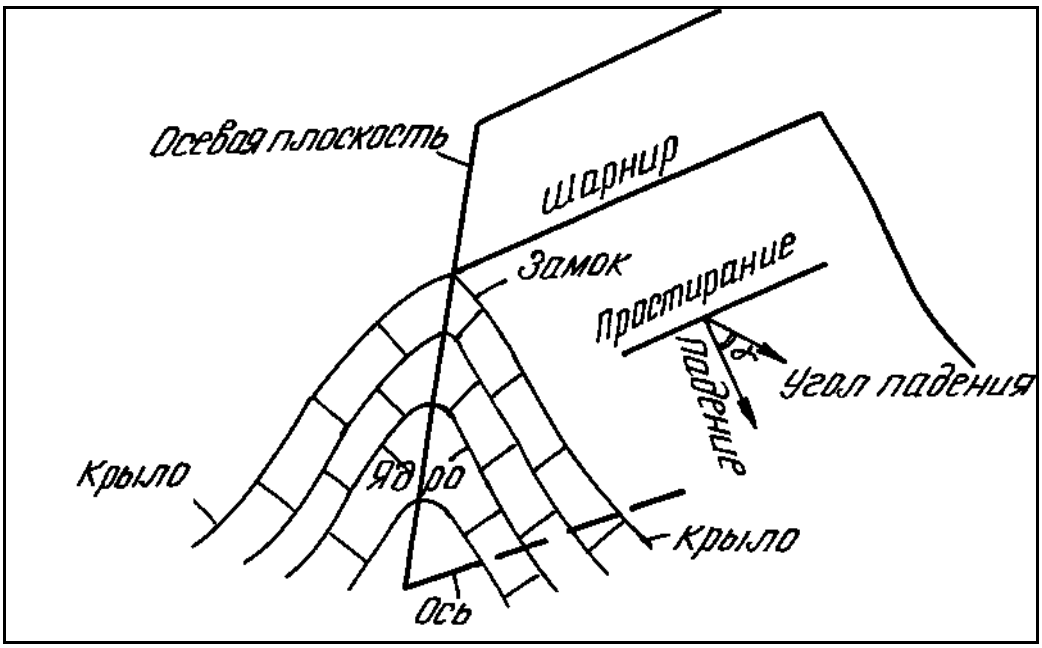


Рис. 5. Элементы складок

Если складка горизонтальна, то шарнир складки совпадает с ее осью, которая представляет собой линию пересечения осевой плоскости с горизонтальной плоскостью. Если складка наклонена, то шарнир, как материальная линия перегиба пласта, тоже наклоняется, или ундулирует. Ось же складки как воображаемая линия пересечения осевой плоскости с горизонтальной остается неизменной, т. е. всегда лежит в горизонтальной плоскости.

По морфологии и положению осевой плоскости складки делятся на *прямые* (а), *наклонные* (б), *опрокинутые* (в), *лежачие* (г), *ныряющие* (д).

В прямых складках осевая поверхность вертикальна, крылья наклонены в разные стороны, а их наклон одинаковый. В *наклонных (косых)* – осевая плоскость наклонна, а крылья падают под разными углами в разные стороны. Опрокинутые складки обладают наклонной осевой плоскостью, а их крылья падают в одну сторону. У *лежачих* складок осевая плоскость совпадает с горизонтальной, а у *опрокинутых* «ныряет» под углом к горизонтальной плоскости (рис. 6).

По форме замка выделяются следующие морфологические типы складок (рис. 6): *нормальные* или *гребневидные* (а), *изоклинальные* (б) – с приблизительно параллельными крыльями и узким замком, *веерообразные* (в) – напоминающие веер с широким замком, *сундучные* (г) – с широким замком и круто наклонными крыльями.

Кроме отмеченных типов складок выделяют более сложные модификации, которые образуются при наложении нескольких этапов деформаций. В этом случае более сложные гармоники складок, естественно, характерны для более древних пластов, залегающих на более глубоких горизонтах.

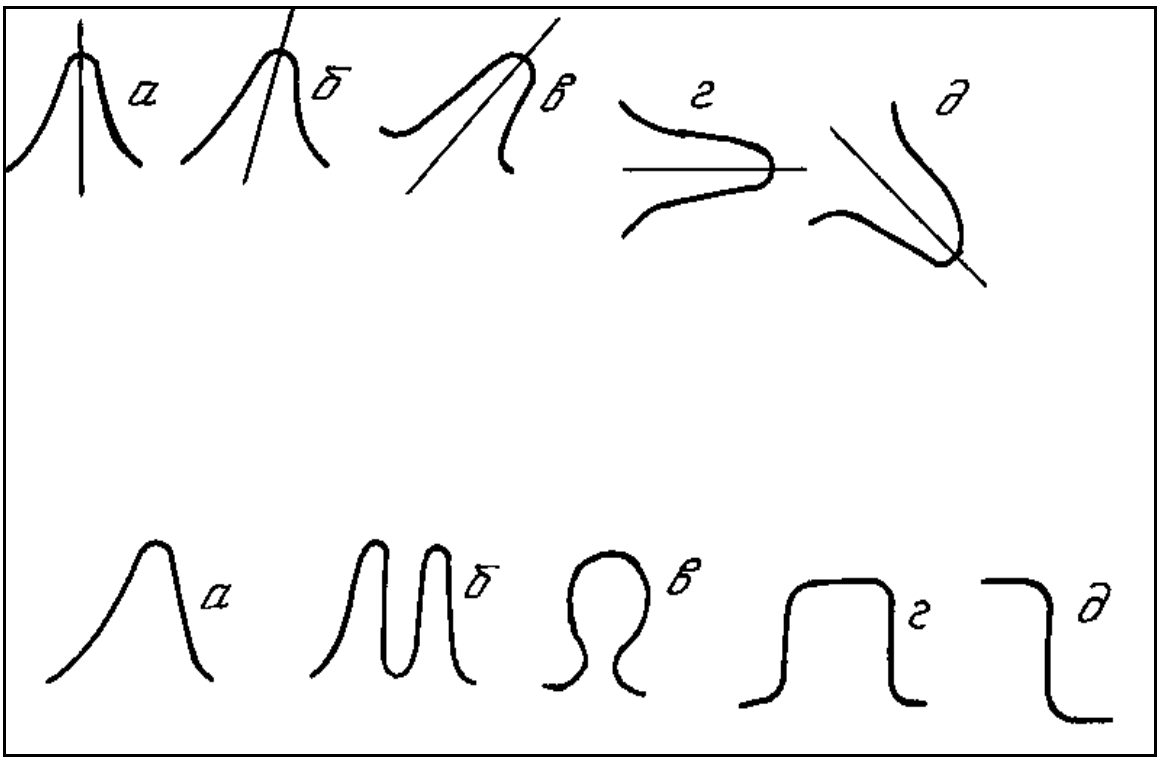


Рис. 6. Типы складок: вверху – по положению осевых плоскостей
(а – прямая, б – косая, наклонная, в – опрокинутая, г – лежачая, д – ныряющая); внизу – по морфологии (а – нормальная, гребневидная, б – изоклинальная, в – веерообразная, г – сундучная, д – флексура)

Разрывные (дизъюнктивные) нарушения формируются при достижении предела текучести пласта, когда происходит разрыв его сплошности. Поэтому хрупкие деформации обычно следуют за пластичными, а вместе они обычно сопровождают друг друга.

Трещины, разрывы сплошности геологических тел, бывают самого различного происхождения. В глубинных частях коры микротрещиноватость нетектонического происхождения обычно связывают с контракционными процессами в обрамлении магматических массивов, а также с диагенезом осадочных пород. Микротрещины обычно имеют петрогенетическую природу. На дневной поверхности трещиноватость обусловлена, прежде всего, экзогенными процессами, обусловленными энергией Солнца.

Рассмотрим главный тип разрывных нарушений в земной коре, обусловленный тектоническими причинами. В условиях больших динамических напряжений дизъюнктивные нарушения приводят к смещению пластов по т.н. плоскости сместителя, или по сместителю. В таких разрывах перемещение отдельных блоков единого в прошлом пласта может происходить как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Геометрия таких перемещений иллюстрируется рисунком элементов ***сброса*** – разрывного нарушения в условиях растяжения, когда сместитель (плоскость сместителя) наклонен в сторону опущенного блока (рис. 7).

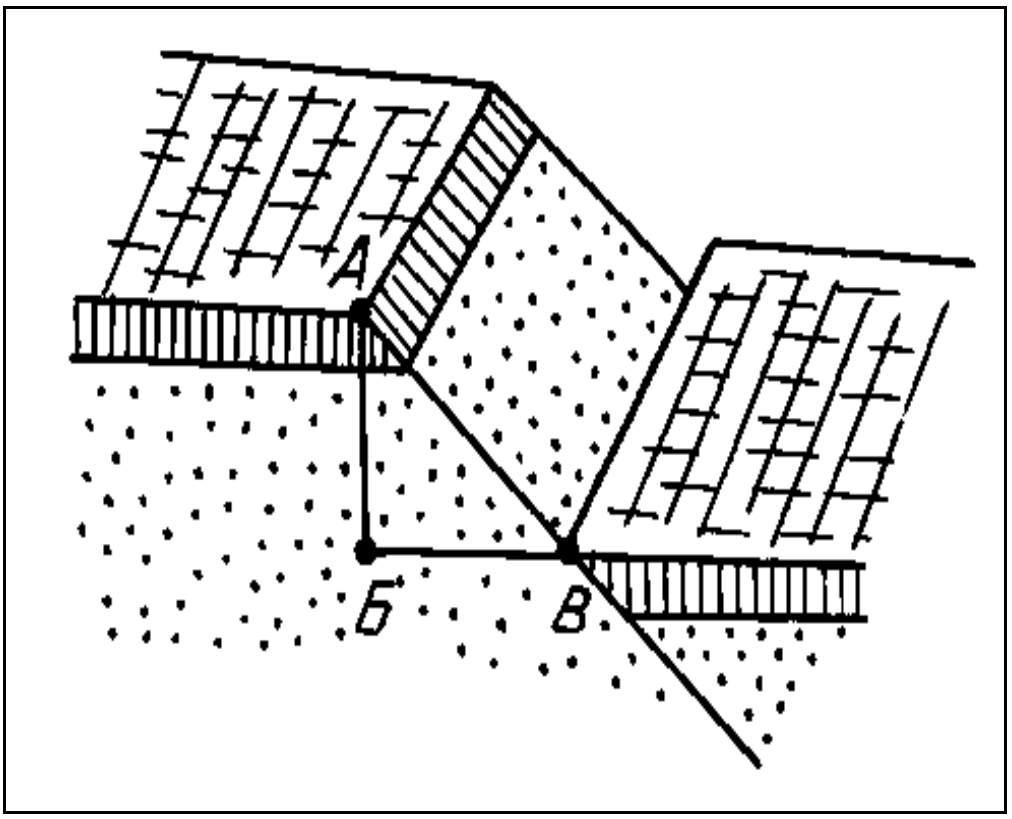


Рис. 7. Элементы сброса

А-Б – вертикальная амплитуда сброса, Б-В – горизонтальная амплитуда сброса, А-В – амплитуда истинного смещения

Аналогичные элементы выделяются у ***взброса*** – разрывного нарушения, развивающегося в условиях сжатия, когда сместитель наклонен в сторону поднятого блока (под него). Похожая на взброс структура, у которой сместитель образует острый угол (<30 °) по отношению к горизонтальной плоскости, называется надвигом. Видимое смещение пластов в горизонтальной плоскости (на карте) называют сдвигами. В природе такие смещения происходят как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях и тогда они называются сбросо-сдвигами, взбросо-сдвигами и т.д. (рис. 8).

Нередко в природе наблюдаются более сложные комбинации упомянутых структур: ступенчатые сбросы, грабены, горсты, сложные грабены и др.

Несколько особо следует упомянуть ***глубинные разломы*** – разрывные нарушения литосферного порядка. О них трудно говорить как о трещине, чаще это довольно мощная (до первых десятков километров в ширину) зона дробления, деструкции литосферы, корни которой нередко достигают мантии. Это особые зоны проницаемости литосферы, по которым происходит дренаж глубинной энергии в виде тепло-массопотоков, определяющих геологический режим целого региона. Такие разрывные нарушения планетарного порядка можно называть разломами первого порядка.

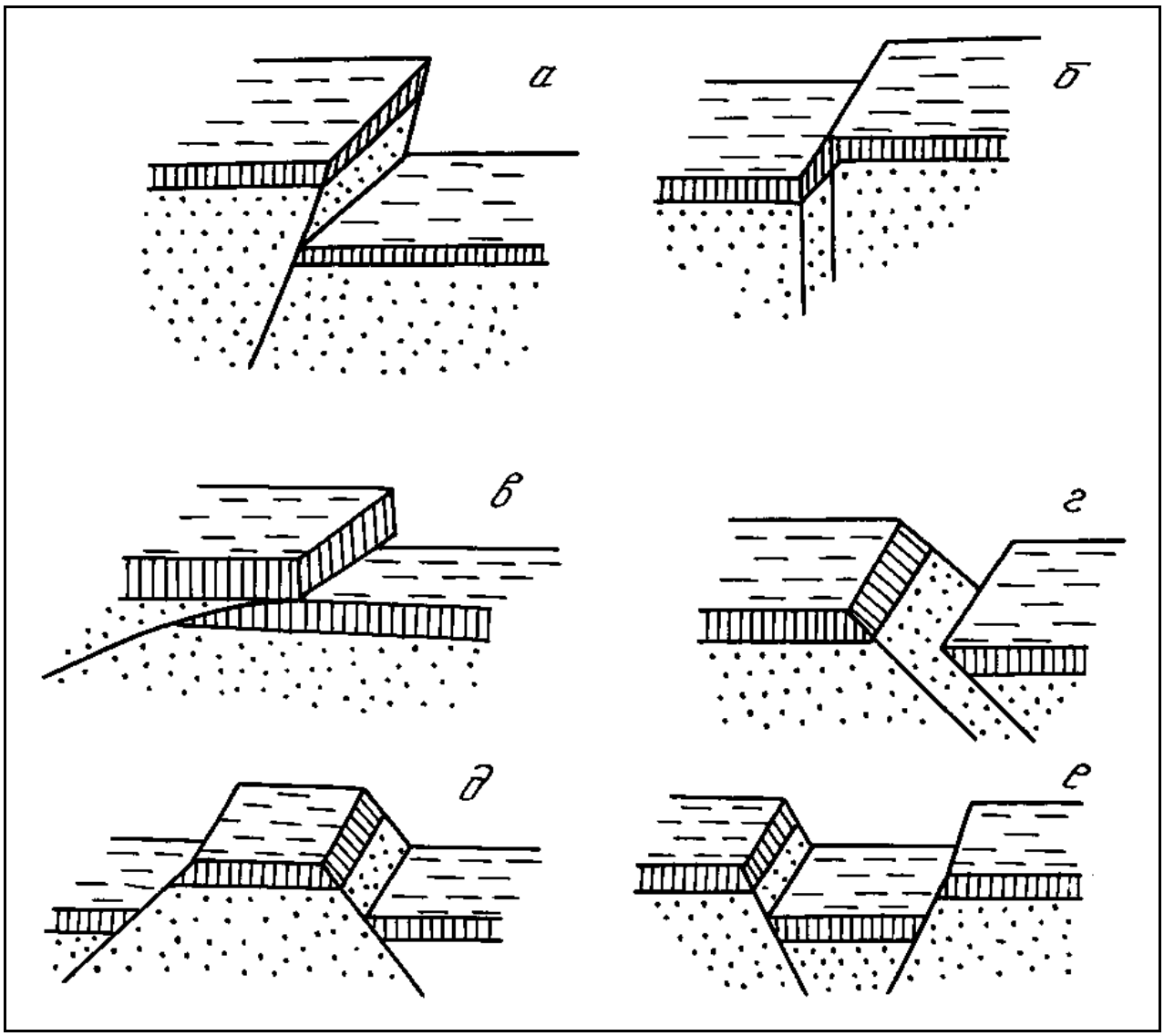


Рис. 8. Основные виды разрывных тектонических нарушений:
а – взброс, б – сдвиг, в – надвиг, г – сбросо-сдвиг, д – горст, е – грабен

К таковым можно отнести, прежде всего, планетарную систему СОХ (срединно-океанических хребтов), зоны Заварицкого-Беньофа, разлом Красного моря, в США – известный разлом Сан-Андреас и др. Нередко такие глубинные разломы на поверхности трассируются ультраосновными массивами, представляющими вещество мантии.

2.2. Экзогенные процессы

К экзогенным процессам относят такие превращения внешней оболочки Земли, которые протекают при участии солнечной энергии. Сюда относят геологическую деятельность ветра, постоянных и временных водотоков, озер и болот, морей, ледников, подземных вод, выветривания. Все они преобразуют лишь тонкую внешнюю оболочку коры.

Несколько отдельно стоят процессы, связанные с гравитационным воздействием на Землю Луны. Они вызывают в пределах морских акваторий приливы и отливы. При реализации этих природных явлений отмечается ряд последовательных стадий (разрушение горных пород, их перенос и транспортировка, сортировка и аккумуляция, осаждение и диагенез), конечным продуктом которых являются осадочные горные породы.

2.2.1. Литогенез

Под литогенезом понимают совокупность экзогенных процессов, позволяющих, в конечном счете, формировать осадочные породы. Сюда относят процессы разрушения горных пород, слагающих континентальную кору, последующую транспортировку и осаждение продуктов разрушения в морских бассейнах, а также процессы формирования и седиментации органогенных и хемогенных образований в пределах морских и океанических акваторий.

Осадочные горные породы представляют собой скопления минерального или органического вещества, образующегося на дне водоёмов или на поверхности суши как результат действия экзогенных процессов. Они покрывают около 75 % поверхности континентов. При этом многие из осадочных горных пород являются полезными ископаемыми: три четверти ежегодно добываемого сырья имеет осадочное происхождение. Это уголь, нефть, газ, вода, железные и марганцевые руды, бокситы, гипсы и ангидриты, соли, фосфориты, цементное сырьё, известняки, пески и глины.

Образуются осадочные горные породы, преимущественно, за счет разрушения и последующего переноса в водные бассейны всех типов пород: магматических, метаморфических и осадочных. Кроме того, они могут формироваться за счет жизнедеятельности и отмирания живых организмов, а также в процессе химических реакций осаждения из водных растворов.

Механизмы формирования осадочных пород, их вещественный и химический состав, в отличие от магматических и метаморфических разновидностей, намного более сложные и разнообразные. Выделяют терригенные («рожденные на суше»), органогенные (образованные за счет жизнедеятельности и отмирания живых организмов) и хемогенные (за счет химических реакций осаждения) разновидности. Широкий диапазон химического и вещественного состава объясняется тонким разделением продуктов разрушения первичных пород и переходом в раствор их составных

частей. Минералогический состав осадочных пород характеризуется широчайшим диапазоном минералов, устойчивых в экзогенных условиях: кварц, халцедон, опал, минералы группы каолинита, силикаты и оксиды железа, марганца, алюминия. Кроме того, осадочные породы могут содержать обломки других пород, скелетные остатки организмов, или продукты их жизнедеятельности (например, зубы акул, коралловые постройки и т. д.), а также состоять из солей.

Такое многообразие пород, обусловленное различиями условий их образования, стало причиной широкого диапазона их текстур и структур. Этим же обстоятельством обусловлены трудности, связанные с классификацией, разночтениями в определении некоторых разновидностей пород.

Современное осадкообразование

Большая часть описываемых пород образуется за счёт осаждения вещества, представляющего собой, в основном, продукты вывётривания, разрушения более древних пород суши. Отсюда их название – ***терригенные*** (образованные на континенте). Скопления таких продуктов, образующихся в современных условиях, называют осадками. Образование осадочного материала осуществляется в различных физико-географических условиях: на поверхности суши и в водных бассейнах в результате различных геологических процессов и явлений, ведущим из которых является выветривание – механическое дробление и химическое разложение пород различного состава и генезиса.

Механическое дробление происходит на поверхности Земли и осуществляется под воздействием внешних климатических факторов (перепада температур днём и ночью, который приводит к формированию сети трещин в породах), а также ветра, речных вод, временных водотоков, морских течений и т. д. Химическое разложение происходит, главным образом, под действием природных вод, заметное влияние при этом оказывают также свободный кислород и углекислый газ. Интенсивность и скорость химического разложения зависит от климатических условий, их величина резко возрастает с приближением к экватору, по мере увеличения температуры. Осадочный материал, образующийся на поверхности суши, перемещается водой, ветром и льдом по её поверхности в водные бассейны. Основным фактором-регулятором распределения обломочного материала, является гидродинамика бассейна, связанная с расстоянием от суши и его глубиной. По мере увеличения глубин и расстояния от суши происходит осаждение всё более и более мелких частиц, так как крупные частицы имеют большую скорость осаждения, чем мелкие.

В прибрежной зоне с активной динамикой вод наблюдается механическая дифференциация вещества – накопление валунов и гальки на пляже и на глубинах в несколько метров, ниже – песка, а ещё ниже (глубины более 60-80 м) – глинистых пород. В прибрежной зоне и на мелководье (глубины до 100 м) в результате жизнедеятельности моллюсков, иглокожих, известковых водорослей и других организмов образуются карбонатные осадки:

ракушняки, пески с ракушками, пески из раковинного детрита (мелких обломков), алевриты и илы, биогермы – постройки водорослей и т.п.

В процессе переноса и осаждения материала происходит осадочная дифференциация, в результате которой под влиянием механических, химических, биологических и физико-химических процессов происходит сортировка или избирательное выделение в твёрдую фазу растворённых и газообразных веществ с последующим переходом отделившихся однородных продуктов в осадок. Образовавшиеся из таких осадков горные породы отличаются простым химическим составом, высокой концентрацией отдельных компонентов или большой однородностью частиц по размеру. Многие осадочные породы благодаря дифференциации представляют собой ценные полезные ископаемые (кварцевые пески, железные руды, каменная соль и др.).

В общем балансе осадочных пород значительно меньший объём занимают органогенные образования, которые представляют собой продукты жизнедеятельности или отмирания живых организмов. Сюда относятся, прежде всего, известняки – продукты отмирания организмов, извлекающих обычно из среды обитания $CaCO_3$, а также опоки, имеющие состав SiO_2, nH_2O, и угли, представляющие собой различные углеродистые соединения.

Ещё реже в разрезе осадочных пород отмечаются ***хемогенные*** образования, которые формируются в процессе химических реакций осаждения из пересыщенных вод (рассолов). Типичными представителями являются соли.

Процессы образования и изменения

Образование осадочных пород (литогенез) представляет собой совокупность ряда последовательных стадий (рис.9):

1. Выветривание (физическое разрушение, дробление пород и последующее химическое разложение до состояния глин), которое приводит к разрушению верхней части всей континентальной коры.
2. Перенос преимущественно речными потоками, а также ветром, ледниками, временными водотоками в сторону водных бассейнов. Продукты выветривания при этом продолжают истираться, измельчаться.
3. Отложение или седиментация рыхлых осадков в водных бассейнах с проявлением процессов дифференциации.

Диагенез включает процессы уплотнения осадка, его цементацию и дегидратацию (удаление воды) вследствие постепенного погружения на большие глубины, увеличения лито- и гидростатической нагрузки, а также повышения температур (до 200-300 ^{o}C) за счёт геотермического градиента. Вследствие диагенеза рыхлый, мокрый песок превращается в сцементированный песчаник, глина – в алевролит, галечник – в конгломерат и т.д.

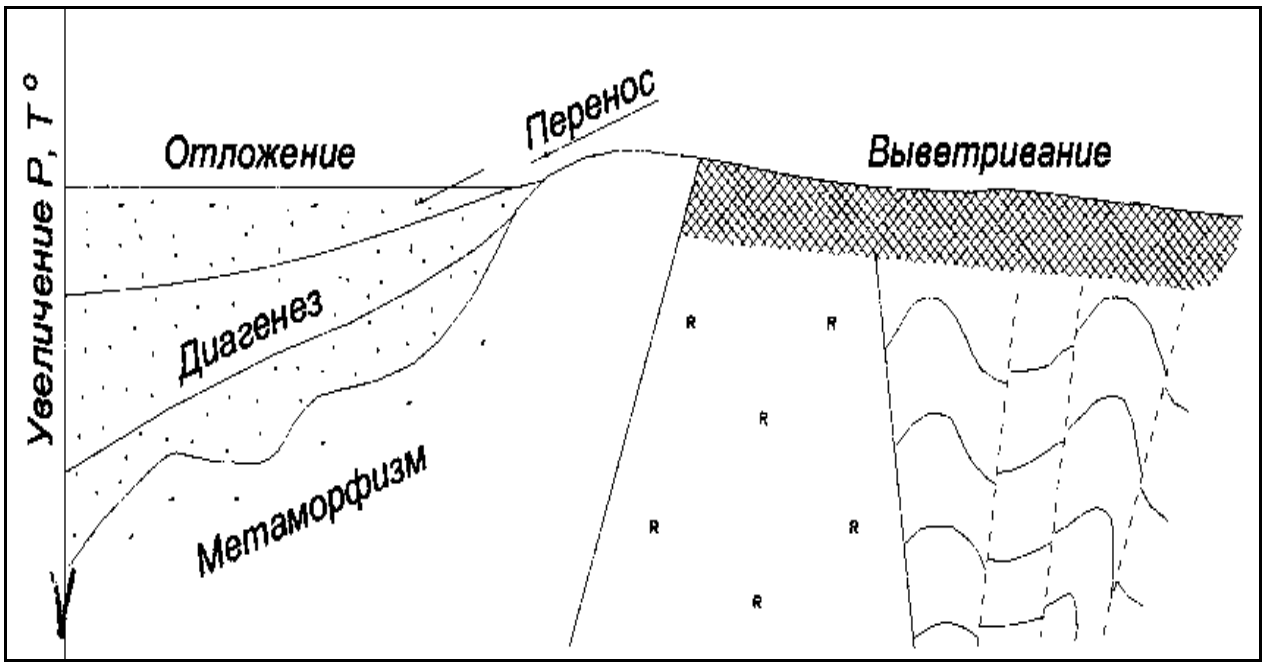


Рис. 9. Соотношение этапов образования и существования осадочных горных пород

Вся упомянутая выше совокупность рыхлых продуктов, вынесенных с территории суши, называется терригенными (рождёнными на континентах, в дословном понимании) породами. Нередко образуются смешанные продукты, когда с терригенными осадками смешиваются с останками органики. Тогда имеем дело с известковистыми песчаниками, глинистыми известняками и т. д. В случае смешивания терригенных осадков с продуктами вулканизма получаем туфогенные песчаники, песчанистые туфы и т. д. Следует отметить, что прилагательное в названии породы относится к тому компоненту, который содержится в меньшем количестве. И, наоборот, существительным обозначается та часть, которая доминирует в породе. Для случаев, когда оба компонента содержатся в примерно одинаковых соотношениях, названия пород обозначаются специальными терминами. Туффитом, например, называют породу, в которой примерно одинаковое соотношение туфового и песчанистого материала. В аналогичном случае для терригенно-карбонатных пород используется термин мергель.

Классификация осадочных горных пород

Общепризнанных классификаций осадочных горных пород нет, что связано, прежде всего, с разнообразием процессов и факторов, контролирующих образование осадков. В нашей стране распространением пользуется классификация осадочных пород, предложенная в 1958 г. М. С. Шевцовым, в основу, которой положено с одной стороны их происхождение, а с другой – их химический и минеральный состав. Подобная классификация осадочных пород по Г. А. Кейльману и В. Б. Болтырову (1985) приведена в виде таблицы 2.

По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяют три главные группы.

Терригенные (обломочные) породы, образуются в результате механического разрушения ранее существовавших горных пород, и накопления обломочного материала. Сюда относят большую группу песчаников, гравелитов, конгломератов, а также их не сцементированные и не окатанные разности: пески, гравий, дресву, галечник и щебень. В эту же группу можно отнести глинистые породы, являющиеся продуктом преимущественно химического разрушения пород, а также переотложения глинистых минералов, освободившихся при выветривании глинистых толщ и тончайшего дробления химически стойких минералов.

Органогенные породы, которые образуются в результате жизнедеятельности организмов (коралловые постройки) и их отмирания (кости рыб, зубы акул и т. д.). В отдельную группу могут выделяться каустобиолиты, образующиеся из растительных и животных (планктон) останков, преобразованных под влиянием биохимических, химических и других геологических факторов и обладающих горючими свойствами. Сюда относят угли, торф, сапропель и др.

Хемогенные породы, образующиеся при химическом разрушении, растворении минералов материнских пород и последующем выпадении новых минералов в осадок из пересыщенных растворов.

Дальнейшее подразделение в пределах выделяемых генетических групп осадочных пород производится по вещественному и минеральному составу. Терригенные осадочные горные породы по размеру обломков (частиц) подразделяются на грубообломочные (псефиты), песчаные (псаммиты), пылеватые (алевролиты) и глинистые (пелиты). По характеру связи (цементации) обломочного материала они делятся на сцементированные и несцементированные (рыхлые).

При классификации органогенных и хемогенных пород определяющим является их химический состав (табл.2.).

Текстуры, структуры, цвет

Текстура – это общий рисунок породы, черты ее строения, определяемые способом заполнения пространства, характером сочетания между собой элементарных частиц (минералов, зерен, обломков). Текстура породы формируется с этапа накопления осадка. Возникшие в процессе осадконакопления первичные текстуры отражают состояние среды в момент накопления осадочного материала и результаты её взаимодействия с осадком. Вторичные текстуры возникают в уже сформировавшейся породе при процессах диагенеза и гипергенеза.

Структура осадочной породы – это особенности её строения, которые определяются размером, формой, степенью однородности составных частей, а также количеством, размером и степенью сохранности органических

остатков. Элементы структуры породы формируются на протяжении всех этапов образования и жизни породы. Напомним, что для магматических пород важным диагностическим признаком был размер зерен, поэтому структуры назывались, например, крупно- или мелкозернистыми. Для метаморфических пород понятие структуры обуславливал другой важный диагностический признак – форма зерна (например, лепидо- или гранобластовая).

Важнейшим признаком, характеризующим строение осадочных пород, является их ***слоистая текстура***. Образование слоистости связано с условиями накопления осадков. Любые перемены этих условий вызывают либо изменение отлагающегося материала, либо обстановку в его поступлении, что внешне выражается в появлении слоёв.

Слои представляют собой более или менее плоские тела, горизонтальные размеры которых во много раз больше их толщины (мощности), и отделяющиеся друг от друга поверхностями напластования. Слоистая текстура обусловлена чередованием слоёв нескольких разностей осадочных пород и может быть вызвана резким изменением размера обломочных частиц и вещественного состава пород, либо ориентировкой осадочного материала.

Для осадочных пород характерна также ***пористая*** текстура, характеризующая степень её проницаемости. По степени пористости выделяются следующие породы:

— ***микропористые***, в которых пористость незаметна на глаз, но устанавливается специальными методами;

— ***мелкопористые***, в которых можно различить мелкие частые поры;

— ***крупнопористые*** – с колебанием размера пор в пределах от 0,5 до 2,5 мм;

— ***кавернозные*** – имеют крупные поры (каверны) на месте выщелоченных раковин и остатков других организмов, а также отдельных частей горной породы.

Для однородных, преимущественно зернистых хемогенных и органогенных пород, характерны ***массивные*** текстуры.

Все несцементированные осадочные горные породы имеют ***рыхлую*** текстуру.

Структура осадочных пород отражает их происхождение. Структуры осадочных пород определяются, главным образом, размером и отчасти формой слагающих их частиц. По величине обломков для терригенных горных пород выделяются следующие структуры:

- ***галечная*** (окатанные обломки) – размер обломков – 10-100 мм;
- ***щебеночная*** (остроугольные обломки) – 10-100 мм;
- ***гравийная*** (окатанные обломки) – 1-10 мм;
- ***дресвяная*** (остроугольные обломки) – 1-10 мм;
- ***псаммитовая*** – 0,1-1 мм;
- ***алевролитовая*** – 0,01-0,1 мм;
- ***пелитовая*** – < 0,01 мм;

Таблица 2.

Классификация осадочных горных пород

Т Е Р Р И Г Е Н Н Ы Е породы				
Рыхлые, несцементированные			Сцементированные	Размер, мм
псефиты	неокатанные	окатанные	Конгломераты	> 10
	Глыбы, щебень Дресва	Валуны, галечники Гравий	Гравелит	1-10
псаммиты		Песок	Песчаник	0,1-1
			песчаник мелкозернистый	0,1-0,25
			песчаник среднезернистый	0,25-0,5
			песчаник крупнозернистый	0,5-1,0
пелиты	Алевриты		Алевролиты	0,01-0,1
	Глины		Аргиллиты	<0,01

О Р Г А Н О Г Е Н Н Ы Е породы	
Название	Химический состав
Известняки, мел	$CaCO_3$
Доломит	$Ca, Mg(CO_3)_2$
Опоки, трепела	$SiO_2 \cdot n H_2O$
Сапропеллиты, торф, угли	Органические соединения углерода

Х Е М О Г Е Н Н Ы Е п о р о д ы		
Название		Химический состав
Соли галоидные:	**галит**	$NaCl$
	сильвин	KCl
Соли сернокислые:	**гипс**	$CaSO_4 \cdot 2 H_2O$
	ангидрит	$CaSO_4$
Соли фосфатные:	**апатит**	$Ca_3(PO_4)_3$
Бурые железняки	**лимонит**	$FeO \cdot n H_2O$, $Fe(OH)_2$
	гематит	Fe_2O_3
Бокситы		$Al_2O_3 \cdot n H_2O$, $Al(OH)_3$ $AlO(OH)$

Для хемогенных пород (известняки, доломит, гипс) характерна кристаллически-зернистая структура. В зависимости от размера слагающих породу зерен выделяют крупнозернистую (преобладают зерна величиной 1,0- 0,5 мм), среднезернистую (0,5-0,25 мм), мелкозернистую (0,25-0,1 мм), иногда выделяют разнозернистую, когда порода плохо отсортирована.

Оолитовая структура наблюдается в случаях, когда в породе в массовых количествах присутствуют мелкие шаровидные стяжения (оолиты) различного размера (боксит, оолитовый известняк).

Структуры пород, в составе которых большое участие принимают остатки организмов (свыше 20-30 % объема породы), определяются степенью сохранности этих останков и их количеством. Выделяются следующие структуры: ***биоморфная*** – в случае хорошей сохранности скелетных остатков организмов; ***детритовая*** – порода почти полностью состоит из скелетных обломков размером крупнее 0,1 мм.

Осадочные породы имеют самую разнообразную окраску и оттенки. При этом иногда окраска является признаком, характерным для определения этих пород и зависит от: 1) – окраски минералов, слагающих пород, 2) – окраски рассеянных в породе примесей и цемента и 3) – цвета тончайшей корочки, часто обволакивающей зерна составляющих породу минералов. Белый и светло-серый цвета обычно обусловлены окраской главных минералов осадочных пород (кварца, каолинита, кальцита, доломита и др.) и свидетельствует до некоторой степени о чистоте породы. Темно-серый и черный цвета чаще всего появляются в результате примеси углеродистого вещества и, реже, оксидов и гидрооксидов марганца. Красный и розовый цвета связаны с примесью в породе оксидов железа, а зеленый цвет зависит от примеси закисного железа и присутствия минералов с зеленой окраской – чаще глауконита, реже хлорита и малахита.

Основные разновидности осадочных пород

Терригенные породы

Грубообломочные породы (псефиты) в зависимости от размера и формы обломков подразделяются на:

— глыбы и валуны, имеющие соответственно угловатые и окатанные обломки размером свыше 100 мм в поперечнике;

— щебень и галечник – угловатые и окатанные обломки размером от 100 до 10 мм в поперечнике;

— дресву и гравий – угловатые и окатанные обломки размером от 10 до 1 мм в поперечнике.

Окатанность материала свидетельствует о длительности времени и дальнем пути переноса обломков от места разрушения породы до места аккумуляции, не окатанные обломки – о кратковременности и незначительных расстояниях переноса.

Сцементированные породы, состоящие из окатанных, округленных обломков, размеры которых превышают 10 мм – называются **конгломераты**; соответственно порода, состоящая из не окатанных, угловатых обломков крупнее 10 мм, называется **брекчией**. Гальки в конгломератах состоят из магматических, метаморфических и осадочных пород, цементом служит

песчано-глинистый, известково-глинистый, карбонатный, кремнистый или иной материал. Возможно выделение олигомиктовых конгломератов, характеризующихся существенно кварцевым составом галек (белый жильный кварц, кварциты) и полимиктовых конгломератов, где гальки имеют разнообразный состав. Брекчии обычно обладают однообразным составом обломков и цементирующего материала.

Гравелиты слагаются обломками различных пород и, реже, минералов с преобладающим размером обломков 1-10 мм. Цемент – карбонатный, карбонатно-глинистый или песчано-глинистый.

Практическое применение грубообломочные породы находят в дорожном строительстве, при отсыпке железнодорожного балласта и изготовлении бетона, иногда используются в строительстве как декоративный материал (некоторые разности брекчий и конгломератов). Иногда грубообломочные породы содержат ценные полезные ископаемые (золото, уран и др.).

Песчаные породы (**псаммиты**) состоят из зерен, размеры которых составляют 0,1-1 мм, и представлены **песками** и **песчаниками.** Первые сложены несцементированными скоплениями обломков, вторые – сцементированные обломками той же величины. В зависимости от размера обломков выделяются крупнозернистые (0,5-1 мм), среднезернистые (0,25-0,5 мм) и мелкозернистые (0,1-0,25 мм) пески и песчаники. В породах существенно преобладает кварц, далее идут полевые шпаты, слюды, халцедон, глауконит, а также глинистые минералы, Цементирующая часть песчаных пород чаще всего представлена глинистым материалом и кальцитом, реже – доломитом, опалом, оксидами железа.

Мономинеральные песчаные породы состоят в основном из кварца, полимиктовые пески и песчаники состоят из зерен различных минералов (кварца, полевых шпатов, слюды).

Пески и песчаники имеют широкое применение для получения кирпича и бетона, а также в дорожном строительстве. Кварцевые пески и песчаники служат сырьем для получения динаса, оконного стекла, в литейном и керамическом производстве.

Пылеватые породы (**алевриты**) состоят из зерен, имеющих размер 0,1-0,01 мм. Рыхлые скопления таких обломков называются **алевритами**, а сцементированные – **алевролитами**. Минеральный состав обломочной части примерно такой же, как и в песчаных породах, но здесь выше доля устойчивых минералов – кварца, мусковита, халцедона. Характерными компонентами их являются частицы глинистых минералов и хлорит. Цементами алевролитов служат кремнисто-глинистая, хлорит-глинистая масса, карбонаты и гидрооксиды железа.

Наиболее характерным представителем является лесс.

Лесс – светлая палево-желтая легкая однородная порода, обычно слабо сцементированная, состоящая, главным образом, из частиц кварца и, меньше, полевых шпатов с примесью глинистых частиц и карбонатов. Наличие

последних легко обнаруживается с помощью соляной кислоты, от которой лесс «вскипает».

Алевролит – сцементированная порода различной окраски, алевролитовой структуры, часто имеет тонкослоистую текстуру с горизонтальной или косой слоистостью. Окраска породы определяется преимущественно окраской цементирующего материала (глинистыми минералами). Характерной особенностью алевролитов является шероховатость пород в изломе, что определяется размером (0,1-0,01 мм) обломочных зерен.

Глинистые породы состоят из мельчайших (< 0,01 мм) кристаллических и аморфных частиц различных глинистых минералов, в меньшей степени, из зерен хлоритов, оксидов и гидроксидов алюминия, глауконита, опала, кварца и других минералов – продуктов химического разложения горных пород в поверхностных условиях. Образование глинистых пород происходит в результате химических процессов, ведущих к накоплению глинистых минералов, и одновременном переносе мельчайших частиц.

Глины – это легко размокающие породы. В сухом состоянии являются или землистыми, рыхлыми, легко растирающимися в порошок, или плотными крепкими агрегатами с землистым или раковистым изломом, имеющими микропористую текстуру. В состав глин входят различные минералы, поэтому окраска глин разнообразна и зависит как от состава глин, так и от примесей.

Каолинитовые глины или **каолины** имеют преимущественно белый или светло-серый цвет, монтмориллонитовые или **бентониты** – светло-серый или с желтоватым, или с зеленоватым оттенком, гидрослюдистые – от белой до зеленой или пестрой окраски.

Глины являются ценным сырьем для изготовления фарфора, фаянса, огнеупорного кирпича и др.

Аргиллиты – уплотненные в процессе диагенеза глины. Обладают землистым или раковистым изломом. Цвет может быть различным, чаще всего, это серые или темно-серые породы. По минеральному составу это преимущественно гидрослюдистые породы с примесью кварца, полевых шпатов, слюд и др.

Мергели – породы смешанного состава, состоящие из кальцита и на 45-75 % из глинистых частиц. Мергели образуются в морских бассейнах, лагунах и пресноводных озерах при одновременном поступлении глинистого и карбонатного материала. В зависимости от содержания глины различают известковистый аргиллит, мергель и глинистый известняк. По внешнему виду это плотная и однородная порода белого, серого, желтоватого цвета. Вскипает при взаимодействии с соляной кислотой, оставляя желтые пятна за счет концентрации на месте реакции глинистых частиц. Мергели широко применяются в цементной промышленности.

Отмеченные продукты настолько часто представляют собой смешанные образования, что их разделение иногда не представляется возможным. Поэтому они рассматриваются под общим названием.

Известняки – наиболее распространенные карбонатные породы. Это обычно мономинеральные породы, состоящие из кальцита. Наиболее типичный признак известняков – интенсивная реакция с соляной кислотой. Цвет их обычно светлый-белый, светло-желтый, светло-серый. Интенсивность окраски определяется присутствием органического вещества. У них обычно *массивная* и *слоистая* текстуры. Структура ***биоморфная, детритовая, биогенно-шламовая, зернистая***.

По генетическим признакам выделяют: 1) органогенные известняки, образующиеся из скоплений раковин, их обломков, скелетов кораллов, внутренних слепков, сложенных кальцитом; 2) хемогенные известняки с характерной оолитовой структурой, пористой текстурой, образующиеся за счет реакций осаждения; 3) обломочные известняки, состоящие в основном из обломков известняков или ракушек в различной мере окатанных.

Мел – специфическая карбонатная порода, состоящая из кальцита. Окраска породы белая, иногда с сероватым или буроватым оттенком. Мел непрочен, легко поддается обработке ножом, стеклом, пачкает руки, высоко порист (до 40-50 %). Порода интенсивно «вскипает» при взаимодействии с соляной кислотой. Основная составная часть породы – органические остатки (раковинки фораминифер, остатки известковых водорослей). Структура мела ***пелитоморфная.***

Доломиты внешне сходны с известняками, но основной составной частью их является минерал доломит. Окраска доломитов преимущественно светлая, серая, кремовая, зеленовато-серая. Структура ***мелко-*** и ***тонкозернистая,*** текстура ***массивная*** и слабо выраженная ***слоистая.***

Карбонатные породы широко используются в различных отраслях промышленности: для производства цемента, в виде флюса при выплавке металлов, для известкования кислых почв и др.

Опоки – твердые породы белого, серого до черного цвета, часто обладающие раковистым изломом. Состоят из мельчайших округлых стяжений (глобулей) опала. Окраска пород в целом более темная, чем у трепелов – от серой до темно-серой и черной.

Трепелы – породы, состоящие из мельчайших зернышек опала, скрепленных опаловым цементом. Трепел может быть рыхлым, компактным, плотным и пористым. Цвет от белого, сероватого до желтовато-серого.

Опоки и трепелы – кремнистые породы, в значительной части состоят из опала $SiO_2.nH_2O$ и халцедона SiO_2. Содержание этих минералов в породах составляет от 50 до 98 %.

Кремнистые породы применяются как теплоизоляционные, строительные и фильтрационные материалы, как наполнители, катализаторы, адсорбенты.

Каустобиолиты образуются из остатков растительных или животных организмов, преобразованных под влиянием различных геологических факторов и способных гореть на воздухе.

Торф представляет собой скопление относительно малоизмененных останков растительных тканей, образующихся в условиях болот. Это более или менее рыхлая бурая или черная гумусовая масса, содержащая в большем или меньшем количестве видимые останки растительности (листья, стебли, корни, древесину, мох), высушенный торф обычно рыхлый, легкий.

Каменные уголь – порода черного цвета, хрупкая, пачкающая руки. Излом раковистый. Образуется, в частности, при преобразовании торфа в результате химического процесса его изменения (углефикации). Большинство углей обладает хорошо выраженной слоистостью. В зависимости от степени преобразования в них могут сохраняться следы растительных тканей, либо они могут состоять из однородной, практически бесструктурной матовой массы.

Каустобиолиты широко используются как промышленное топливо, а также в качестве сырья для химической промышленности.

Соли галлоидные. Каменная соль. Главная составная часть ее – **галит** (NaCl). Окраска породы светло-серая, белая, но иногда может быть красной, черной или синей. Структура породы ***кристаллически-зернистая***, текстура ***массивная*** или ***слоистая.*** Характерный диагностический признак – соленый вкус.

Каменная соль используется в пищевой промышленности для сохранения скоропортящихся продуктов и как приправа к пище. Взрослый человек в течение года потребляет 6 кг соли.

Калийная соль (сильвинит) – наиболее распространенная калийная соляная порода. Состоит из **сильвина** (KCl), обычно с существенной примесью карналлита (KCl, $MgCl_2$.$6H_2O$) и галита. По характеру окраски выделяются красные и пестрые сильвиниты. Текстура их ***слоистая, массивная***, структура ***разнозернистая*** с преобладанием ***мелко-*** и ***среднезернистой.***

Основным потребителем калийных солей является сельское хозяйство, где калий применяется для удобрения почвы. Остальное количество калийных солей потребляется химической промышленностью, выпускающей несколько продуктов, в которых основной составной частью является калий.

Соли сернокислые. Гипс – мономинеральная порода, состоит из минерала гипса. Окраска породы светлая: белая, кремовая, реже серая или бурая. Структура ***мелко-*** и ***среднезернистая***, текстура ***массивная***, реже ***слоистая.*** Порода невысокой твердости, царапается ногтем.

Ангидрит имеет также светлый, голубовато-серый, серый, белый цвета. Плотность его выше, чем у гипса, поэтому по удельному весу он легко отличается от последнего. Отчетливо фиксируется различие по твердости (породы ногтем не царапается). Структура ангидрита ***средне-*** и ***мелкозернистая,*** текстура ***массивная*** и ***слоистая.***

Гипсы и ангидриты используются в строительстве для приготовления вяжущих материалов – алебастра, формовочного гипса и др., а также в производстве серной кислоты, бумаги, в медицине.

Соли фосфатные. **Фосфориты** – довольно распространенная порода, образование которой связано с гибелью, разложением и химической переработкой останков морских организмов. Это осадочные горные породы более чем на 50 % состоящие из фосфатов кальция. Окраска фосфоритов обычно темная, серая, черная, коричнево-серая и зеленовато-серая определяется, главным образом, присутствием органического вещества, сульфидов железа и глауконита. Встречаются и светлоокрашенные разности.

Фосфориты являются сырьем для производства фосфорных удобрений для сельского хозяйства.

Бурые железняки. Образование железистых и марганцевых пород, содержащих минералы железа и марганца (оксиды, гидроксиды и карбонаты) и являющихся рудами, связывается обычно с выветриванием богатых этими минералами горных пород. Из них в процессе диагенезе возникают морские, озерные, болотные и другие руды.

Бурые железняки обладают бурой окраской различных оттенков до черной и сравнительно большой плотностью. Характерна ***оолитовая, землистая, конкреционная, натечная*** структура, ***пористая*** текстура. В составе бурых железняков преобладают минералы – оксиды и гидроксиды железа: гетит, гидрогетит, лимонит, гематит.

Глауконитовые песчаники – глауконит-железистая разновидность гидрослюды характерного ярко-зеленого цвета, является аутигенным минералом морских бассейнов нормальной солености. Для глауконита характерно образование округлых комочков размером 0,2-0,4 мм. Песчаники, содержащие округлые зерна глауконита, называют глауконитовыми. Структура породы ***псаммитовая***, текстура слабо выраженная ***слоистая.***

Бокситы состоят преимущественно из минералов - гидрооксидов алюминия: гидраргиллита, диаспора и бемита, а также постоянной примеси гидроксидов железа. Цвет бокситов буровато-красный, кирпично-красный, охряно-желтый, серый. Встречаются в виде землистых или оолитовых масс.

Бокситы – основная руда для получения алюминия, кроме того, используются для получения огнеупоров, абразивов и в качестве химического сырья.

Вулканические туфы, генетически связаны с магматическими процессами, по условиям образования и внешнему облику относятся к осадочным горным породам. Продукты вулканических извержений, выброшенные в атмосферу, падают на землю и становятся обычными обломками. Этот материал в процессе диагенеза превращается в горные породы – туфы. Текстуры туфов слабо выраженные ***слоистые, пористые***. Структура определяется размерностью обломочного материала. Состав туфов – обломки вулканических пород, минералов, вулканического стекла.

3. ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Ниже приведено описание ряда геологических маршрутов в окрестностях г. Екатеринбурга, представляющих наибольший интерес для студентов специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях». Большинство из них расположены в пределах городской черты, и лишь некоторые – за ее пределами. Участки характеризуются разнообразием геологического строения, а также опасными потенциальными угрозами. За отведенное для практики время предполагается проведение пяти-шести экскурсий.

3.1. По Уктусскому массиву

Нечасто встречаются геологические массивы, в развитии и преобразовании которых принимают участие различные эндогенные и экзогенные процессы.

Наиболее интересными из таких является ***Уктусский дунит-клинопироксенит-габбровый массив,*** который расположен на южной окраине Екатеринбурга и слагает денудационную возвышенность с относительным превышением около 60 м над уровнем р. Исеть. Массив площадью около 50 км^2 имеет в плане овальную форму, слегка вытянут в меридиональном направлении и залегает среди вулканогенно-осадочных толщ предположительно силурийского возраста.

Массив слагают интрузивные породы – пироксениты, дуниты и габбро. Дуниты образуют три обособленных тела – южное, центральное и северное. Габбро отделены от дунитов полем пироксенитов и слагают восточную часть массива (рис. 10).

В пределах описываемого участка проявляются также многочисленные экзогенные процессы и их продукты. Особенностью строения данного участка является широкое проявление процессов речной деятельности с развитием разных типов террас.

Описание маршрута

Маршрут начинается в пос. Уктус, на правом берегу р. Исети, в устьевой части р. Патрушихи, у каменного моста, сложенного из бутового камня, памятника архитектуры начала XIX в. (троллейбусная остановка «Уктус»).

Поселок Уктус был основан вокруг казенного железоделательного завода (одновременно с Алапаевским, Каменским и др.) в 1704 г., когда для войны со шведами Петру I потребовалось большое количество металла для пушек.

Т.Н. I. В 500 м выше каменного моста сохранились остатки плотины пруда Уктусского завода. Место для пруда было выбрано весьма удачно. Здесь река имеет широкую (300-400 м) корытообразную долину с крутым скальным правым берегом и терасированным высоким левым берегом, где разместились

цеха завода (ныне лифтостроительный) и основные гражданские постройки поселка Уктус.

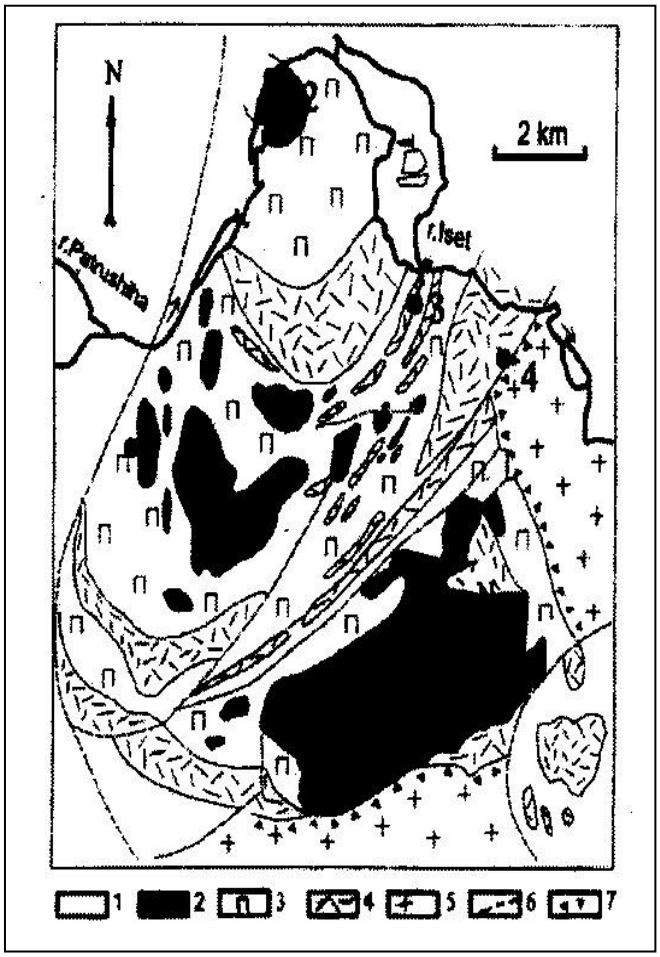


Рис. 10. Схема геологического строения Уктусского дунит клинопироксенит-габбрового массива.

1 – вмещающие вулканогенно-осадочные и метаморфические породы палеозоя; 2 – дуниты; 3 – клинопироксениты и верлиты; 4 – оливиновые и амфибол-пироксеновые габброиды;5 – гранитоиды; 6 – тектонические нарушения; 7 – зоны развития эруптивных гипербазит-гранитных брекчий

Скальные выходы сложены породами черного, темно-зеленого цвета средне- и крупнозернистой структуры, массивной текстуры, по составу представлены слабо серпентинизированными пироксенитами и перидотитами.

В настоящее время, когда воды пруда спущены, хорошо просматривается строение русла, которое можно описать. Можно также построить поперечный профиль р. Патрушихи в районе развилки автомобильных дорог.

Т.Н. 2. На данном участке русло реки делает меандрирующий (извивающийся) изгиб**,** обусловленный зонами дробления и выветривания в тектонических нарушениях. С этой точки хорошо видны надпойменные террасы левого берега, представленные эрозионно-аккумулятивным типом, верхний плодородный слой которых жители используют под огороды.

В пойменной части отчетливо выделяются пойменные и старичные отложения. На берегу реки можно видеть отложения русловой отмели и береговой вал. Экскурсанты составляют поперечный профиль реки.

Следует обратить внимание, что профиль реки асимметричный: левый борт пологий, а правый крутой. В случае аварийного спуска воды из Елизаветинского пруда могут пострадать строения, находящиеся в пойме реки на левом берегу. Поэтому строить объекты на левом берегу не рекомендуется.

Т.Н. 3. Карьер по разработке дунитов, которые в 50-е гг. XX столетия добывали в качестве сырья для получения магнезиальных огнеупоров. Размеры 60х30 м, борта отвесные, высота до 12 м. Выработкой вскрываются дуниты черного цвета с зеленоватым оттенком, массивные, мелко- и среднезернистые. С поверхности породы выветрелые, из-за чего их цвет становится светло-коричневым. Толщина корки выветривания 1-2 см. Окраска корочки выветривания обусловлена наличием глинистого минерала – керолита и гидрокарбоната магния. Дуниты разбиты густой сетью тектонических трещин.

По плоскостям некоторых трещин развита серпентинизация с образованием корок толщиной до 0,5 см. Серпентин светло-желто-зеленый. На плоскостях трещин видны борозды скольжения и уступчики, по которым участники экскурсии могут определить направление перемещения блоков.

На этой точке наблюдения можно сделать зарисовки одной из стенок карьера и произвести массовый замер для последующего построения диаграммы трещиноватости. Студентам напоминают устройство горного компаса, учат пользоваться им при определении элементов залегания пород и трещин.

По ходу движения к следующей точке наблюдения маршрут проходит у подножия техногенного отвала, образованного при строительстве трассы большого лыжного трамплина, и вдоль старицы р. Патрушихи. Здесь внимание участников экскурсии акцентируется на гравитационной дифференциации техногенного делювия (от лат. Deluer – смывать).

Т.Н. 4. Карьер размером 35х45 м с высотой бортов до 15 м. Карьером вскрыты те же дуниты**,** что и в Т.Н. 3. На этой точке наблюдения можно произвести хорошие зарисовки обнажения и набрать дополнительный материал для статистического измерения трещиноватости. Трещины более пологие и в верхней части имеют куполообразный изгиб. По некоторым плоскостям трещиноватости развивается корочка серпентинитов, что может способствовать перемещению больших блоков при искусственной встряске или при землетрясении. Необходимо обратить внимание студентов на то, что борта карьера в Т.Н. 3 почти вертикальные, а в Т.Н. 4 – не более 30 градусов. Пологие борта обусловлены соответствующей системой трещин. Рекомендуется сделать массовые замеры трещиноватости с последующим обобщением результатов.

Т.Н. 5. Выше по течению р. Патрушиха запружена. Выше плотины расположен Ново-Елизаветинский пруд. Водохранилище, к сожалению, затопило практически полностью старые песчано-глинистые карьеры кирпичного завода**.** Карьеры вскрывали аллювиальные (от лат. alluvio – нанос) отложения первой и второй надпойменных террас, в которых были найдены кости и бивни мамонтов, шерстистых носорогов и других животных, часть из которых можно видеть в экспозиции Уральского геологического музея. Разрез террасы можно наблюдать в западном борту пруда, у самой плотины. Возле плотины можно видеть небольшое зарастающее озерко, по-видимому, имеющее старичное происхождение. Здесь же можно проследить начальную стадию процесса торфообразования. Сама плотина имеет длину более 100 метров. Ее

восточная часть упирается в плотные магматические породы, а западная – в рыхлые песчано-глинистые отложения, что может быть причиной ее подмыва, если контакт недостаточно надежно закреплен.



Рис.11. Забой во 2-м дунитовом карьере

Т.Н. 6. На крутом склоне реки (Ново-Елизаветинского пруда) небольших размеров коренные выходы перидотитов**.** Горные породы темного цвета, чаще полосчатые или рассланцованные, реже массивные, мелко- среднезернистые. Пространство между коренными выходами задерновано, но геологическим молотком можно вскрыть растительный слой и докопаться до делювия, представленного остроугольными обломками перидотитов и сцементированных глинистой породой темно-зеленого цвета.

Т.Н. 7. Коренные гребневидные выходы пироксенитов на берегу водоема. Горные породы от черного до темно-зеленого цвета, средне- и крупнозернистые, массивные. В обнажении хорошо наблюдаются тектонические трещины различных направлений, элементы, залегания которых легко измерить.

Отчетливо видно, что пироксениты имеют высокую механическую устойчивость, чего нельзя сказать о перидотитах в предыдущем обнажении, которые образуют значительно сглаженные небольшие выходы.



Рис.12. Ново-Елизаветинский пруд. На противоположном берегу видны выходы пород Камышловской террасы

Т.Н. 8. Двигаясь дальше по тропе вдоль берега пруда до места впадения реки, наблюдаем практически непрерывно коренные скальные выходы, чаще гребневидного характера, пироксенитов, довольно сильно трещиноватых.

Особенностью данного участка горного массива является появление хорошо выраженной трещиноватости уже северо-восточного направления, что проявляется в тектонических ограничениях выходов пород и ориентировке логов и оврагов на склоне массива.

Северо-западное направление тектонических нарушений выражается здесь в спрямленных субпараллельных участках меандрирующей реки и частично в образовании оврагов на склоне.

Т.Н. 9. Маршрут переходит по склону на хребет Уктусского габбро-пироксенит-дунитового массива, по которому прорублена меридиональная просека. Двигаясь на юг по ходу маршрута, встречаем коренные выходы преимущественно пироксенитов. Породы черного, темно-зеленого цвета, массивной текстуры, крупнозернистой структуры, состоят преимущественно из пироксена с небольшим количеством оливина.

Хребтовая часть массива представлена чередованием небольших увалов и понижений. На вершинах этих увалов пироксениты образуют гребневидные выходы с тектоническими ограничениями северо-восточного простирания и углами падения 80-90 °.



Рис. 13. Крупный лог на западном склоне Уктусского массива, сформированный вдоль тектонического нарушения

В понижениях на хребте постоянно наблюдаются родники, которые свидетельствуют о заложении этих понижений на зонах трещиноватости, по которым циркулируют трещинные воды. Можно определить дебит (расход воды) источников, вкусовые качества воды.

Подытоживая маршрут, преподаватель делает акценты на потенциально возможном развитии на участке природных угроз. Сюда относится возможность прорыва плотины Елизаветинского пруда, суффозионных процессов вдоль русла реки с рыхлыми отложениями, подтопления построек на пойме реки, обвалов техногенного делювия с крутых склонов. При знакомстве с зеркалами скольжения преподаватель показывает механизм реализации тектонических движений, которые протекают и в новейшее время.

3.2. Елизаветинское месторождение

Маршрут начинается в пос. Рудном (куда доставит автобус № 17). На юго-западной окраине поселка размещается Елизаветинское месторождение природно-легированных бурых железняков. Месторождение было открыто в 1829 г. и отрабатывалось около 150 лет.

На месторождении рудоносной является кора выветривания в различной степени серпентизированных дунитов.

По генезису кора выветривания остаточная.



По морфологии – площадная, с линейными участками заглубления, развитыми по тектоническим нарушениям, образующими значительное количество глубоких карманов в палеозойском фундаменте.

Общая мощность элювиальных (от лат. eluo – вымываю) отложений колеблется от 5 до 80 и более метров, в среднем составляет 30-40 м.

Считают, что древний элювий сформировался в юрско-меловое время и отвечает тропическому или субтропическому, теплому и влажному климату.

Наиболее полно профиль коры выветривания описан А. Л. Яницким (1965), который приводит его в таком виде (снизу вверх):

1) зона дезинтеграции в различной степени серпентинизированных дунитов;

2) зона выщелачивания, сложенная карбонатизированными, слабо нонтронитизированными дунитами и аподунитовыми серпентинитами (мощность 1-5 и более метров);

3) зона охр представлена охристыми порошковатыми глинистыми рудами и кремнисто-железистыми породами.

Зона дезинтеграции серпентинизированных дунитов**.** Дуниты, обнажающиеся в основании и по бортам карьера, мелко- или тонкозернистые, плотные. Крепкие, иногда почти свежие или слабо выветрелые дуниты наиболее полно вскрыты в щебеночном карьере в 200 м к западу от основного карьера.

Породы по тектоническим трещинам разбиты на блоки и практически превращены в щебень. По плоскостям трещин нередко можно видеть зеркала скольжения, свидетельствующие о тектонических перемещениях отдельных блоков.

В южном борту карьера можно в миниатюре увидеть всю зональность химического выветривания с образованием зон выщелачивания.

З о н а в ы щ е л а ч и в а н и я . Дуниты и серпентинизированные дуниты, как у поверхности, так и на глубине вдоль зон тектонических нарушений в разной степени подвергались процессам выветривания. Процессы выветривания выразились в разложении и выщелачивании материнских пород, в их карбонатизации, частичной нонтронитизации и керолитизации. Породы в большей части сохраняют основные черты первичной структуры материнских пород, в некоторых случаях эти породы могут переходить в кавернозно-пористые образования различной крепости.

Под влиянием процессов выветривания породы принимают зеленовато-серую или серовато-белую окраску, иногда с бурыми, желтыми или черными пятнами. Эта пестроцветная окраска обусловлена скоплениями различных минеральных агрегатов: магнезита, кальцита, нонтронита, керолита, минералов марганца и др.

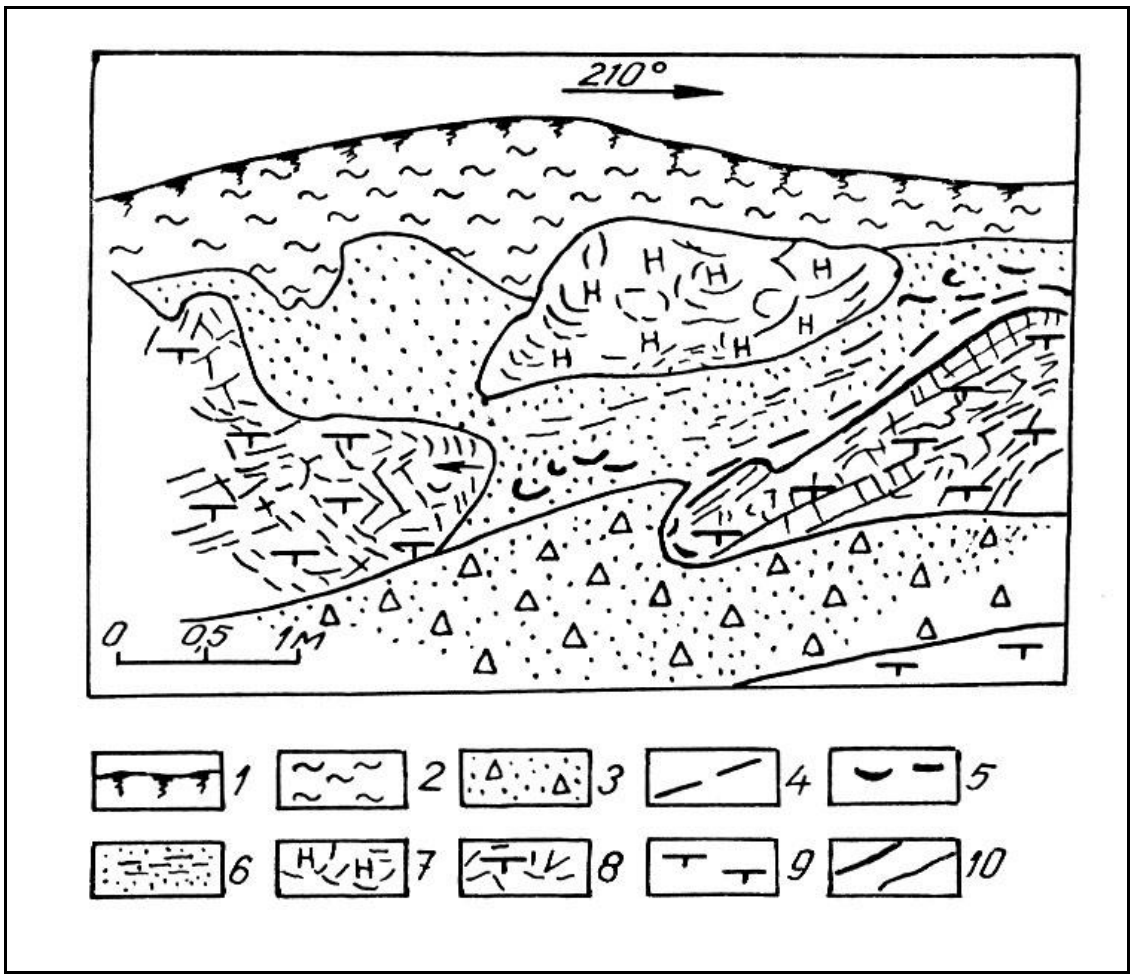


Рис.14. Карман коры выветривания серпентинизированных дунитов в борту щебеночного карьера (Елизаветинское месторождение).

Условные обозначения: 1 – почвенно-растительный слой; 2 – глины, суглинки; 3 – осыпь; 4 – скопления магнезита; 5 – жеоды бурых железняков; 6 – охристые бурые железняки; 7 – нонтронитизированные серпентиниты; 8 – зона дезинтеграции дунитов; 9 – дуниты с корочкой выветривания; 10 – геологические границы.

Тектонические трещины (сместители, разломы), многочисленные трещины отдельности, а также микропоры и пустоты, образовавшиеся вследствие выветривания и выщелачивания эндогенных минералов, выполнены преимущественно магнезитом, местами кальцитом, доломитом или керолитом, кварцем, опалом с образованием их гнезд и прожилков. Мощность некоторых прожилков магнезита достигает 2-3 см и более.

Рыхлые, землистые выветрелых дунитов представляют собой породы, подвергшиеся более глубокому изменению. Они не только дезинтегрированы механически, но и разложены и преобразованы химически. Они находятся в таком состоянии, что при слабом ударе рассыпаются на мелкий щебень или сыпучую землистую массу зеленовато-серого или грязно-серого цвета. На некоторых участках поверхность щебня покрыта многочисленными мельчайшими черными дендритами марганцевых минералов, а иногда пленками карбонатов, на которых также наблюдаются ветвистые дендриты марганцевых образований.

Зона охр залегает в верхней части разреза и представлена рыхлой буровато-желтой или лимонно-желтой слабо сцементированной массой, состоящей из порошковатых и комковатых образований гетита, гидрогетита, гематита, магнетита, и марганцовых минералов. Охристые порошковатые руды заполняют также имеющиеся на поверхности карманообразные и воронкообразные углубления, развитые вдоль зон тектонических нарушений и уходящие на глубину на многие метры.

Такие взаимоотношения руд с подстилающими породами можно наблюдать в основном карьере. Среди охристых руд в железорудном карьере можно наблюдать останцовые глыбы и куски выветрелых карбонатизированных дунитов и серпентинитов, выделяющихся на буром фоне серовато-зеленой окраской. Здесь же отмечаются отдельные глыбы и куски кремнисто-железистых пород желтовато-бурого или бурого цвета.

Описываемые породы относятся к природно-легированным хромоникелевым железным рудам.

В ряде мест кремнисто-железистые породы слагают значительные участки. В некоторых обнажениях они образуют скальные выступы, положительные формы рельефа, что объясняется их сравнительно высокой прочностью. В карьере студенты могут познакомиться с различными формами выветривания: физического, химического, органического.

Здесь видно как разные продукты выветривания влияют на величину естественных откосов. Уменьшение механической прочности первичных ультраосновных пород приводит к уменьшению угла откоса искусственных выработок (карьера). Рыхлые породы в результате воздействия на них талой воды очень быстро оплывают. Здесь же в карьере можно проследить процессы естественной рекультивации земель.

3.3. Шабровское рудное поле

Шабровский рудный район расположен в 25 км к юго-западу от г. Екатеринбурга. В пределах Шабровского рудного района (рис.15) развиты месторождения железистых кварцитов, гондитов, родонитов, мраморов, тальк-магнезитового камня, талька, декоративно-облицовочного серпентинита и золота. Все они достаточно тесно сопряжены в пространстве, часто приурочиваются к одним и тем же тектоническим структурам – шовным зонам.

Шабровское рудное поле приурочено к полосе метаморфических пород, образующих крупную Шабровскую моноклиналь с крутопадающими крыльями и разделяющих Сысертский и Шабровский массивы гранодиоритов – гранитов (рис. 15).

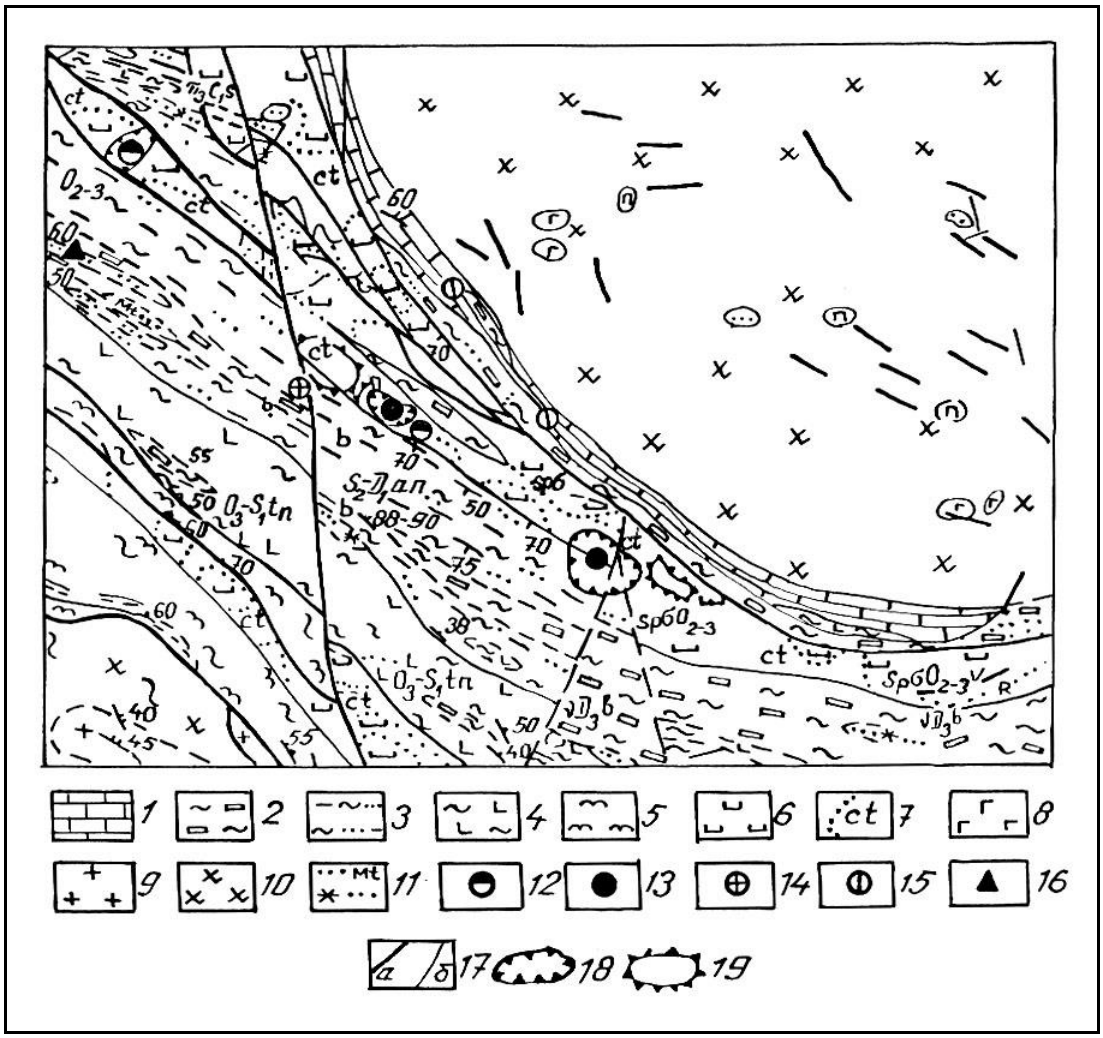


Рис. 15. Геологическое строение Шабровского рудного поля:

1 – мраморы; 2 – сланцы преимущественно углисто-графит-кварцевые; 3 – серицит-кварцевые, филлитовидные сланцы; 4 – зеленые сланцы по афировым базальтам; 5 – кристаллические сланцы; 6 – серпентиниты; 7 – тальк-карбонатные породы; 8 – габбро; 9 – граниты; 10 – гранодиориты; 11 – кварциты магнетит- и марганецсодержащие; 12 – 16 месторождения: 12 –антигоритовых змеевиков, 13 – тальк-магнезитового камня, 14 – золота, 15 – мрамора, 16 – железистых кварцитов; 17 границы разломов (а), стратиграфические (б); 18 – карьеры; 19 - отвалы

Среди метаморфических толщ в Шабровском районе, по последним данным геологосъемочных работ (Г. В. Ярославцев и др., 1995 г.), выделяется четыре свиты (сверху вниз): кунгурковская (D_1kn), андреевская (S_2-D_1an), тенякская (O_3-S_1tn) и саитовская (R_2st).

Основание разреза слагают высокометаморфизованные породы **саитовской свиты** (**R_2st**): кристаллические сланцы мусковитовые, биотитовые и мусковит-биотитовые, часто с гранатом, частично мигматизированные; амфиболиты, участками биотитизированные, часто с гранатом, частично мигматизированные; прослои железистых кварцитов, единичные линзы мраморов. Мощность более 1000 м.

Тенякская свита (**O_3-S_1tn**) представлена преимущественно вулканогенными образованиями основного состава, преобразованными в зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фациях регионального метаморфизма. Мощность 600-800 м. Породы свиты имеют преимущественно моноклинальное падение на СВ под углом 30-60 °. Контакт пород свиты с нижележащими образованиями саитовской свиты везде тектонический, а с породами вышележащей андреевской свиты согласный.

Андреевская свита (**S_2-D_1an**) развита в виде широкой полосы и ряда небольших линз в юго-западной части района. В составе свиты преобладают серицит-кварцевые (филлитовидные), хлорит-серицит-кварцевые, альбит-серицит-кварцевые, серицит-биотит-кварцевые и слюдисто-кварцитовые сланцы по алевролитам и песчаникам; углисто-графит-кварцевые сланцы; кварциты железистые, магнетитсодержащие, марганецсодержащие и углисто-графитсодержащие. Мощность свиты превышает 1700 м.

Кунгурковская свита (**D_1kn**) развита в северной части площади и представлена метаморфизованными вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. Мощность более 2000 м. Границы свиты, как нижняя, так и верхняя, повсеместно тектонические. На контакте с телами гранитоидов породы свиты ороговикованы.

Среди пород метаморфизованного вулканогенно-осадочного комплекса широко развиты протрузии гипербазитов дунит-гарцбургитовой (альпинотипной) формации, контролируемые зонами глубинных разломов. Возраст протрузий ультрабазитов 401+12 млн. лет (Пушкарев,1999), габбро, габбро-диабазов D_{2-3}, гранитоидов поздней фазы 312-262 млн. лет (А. А. Машаров, 1990 г.).

Тела ультрабазитов фиксируются в виде линейно вытянутого пояса, согласного с общим простиранием пород района. Все эти массивы по существу представляют собой бескорневые тектонические линзы, залегающие согласно со сланцеватостью вмещающих их метаморфизованных вулканогенных и осадочных пород. Ультрабазиты гидротермально изменены, представлены серпентинитами, тальк-карбонатными и другими породами. На Шабровском тальковом месторождении среди тальк-карбонатных пород встречаются

жильные тела талько-хлоритов и хлоритолитов (мощностью до 0,1-1,0 м). Они характеризуются повышенным (до 5-10 %) содержанием магнетита.

Формирование интрузивных тел Шабровского комплекса (C_1) происходило в три фазы: в первую формировались гранодиориты; во вторую – граниты и адамеллиты; в третью – мелкозернистые граниты, граниты, гранит-порфиры, лейкократовые граниты, пегматиты. Шабровский массив округлой формы занимает площадь 50-55 км^2. В массиве много ксенолитов, провесов кровли, что свидетельствует о незначительном эрозионном срезе. Вмещающие породы – преимущественно пироксениты и габбро.

Сложен массив среднезернистыми, часто порфировидными, биотитовыми, реже роговообманково-биотитовыми гранодиоритами. Вмещающими массив породами являются: с севера ультрабазиты и габбро Уктусского массива, с запада, юга и востока – сланцы андреевской свиты и частично вулканиты кунгурковской свиты. Мощность массива 2,0 - 2,5 км. Западный контакт массива тектонический.

Осиновский комплекс (C_1) сложнопостроенный, формировался в четыре фазы: 1 – кварцевые диориты, гранодиориты; 2 – мелко- среднезернистые граниты; 3 – дайки лейкократовых гранитов, пегматитов; 4 – дайки порфировидных, мелкозернистых гранитов. В объеме массива резко преобладают граниты второй фазы.

Описание маршрута

Т.Н. 1. Начинается маршрут на Белоусовском месторождении благородных змеевиков, расположенном в 500 м к северу от автобусной остановки (автобус № 105). Карьер по отработке Белоусовского месторождения расположен на небольшой возвышенности в пределах поселка Шабровский. Проходка карьера проводилась с применением буро-взрывных работ, поэтому по причинам безопасности разработка месторождения остановлена.

Карьер вскрывает небольшую часть Большой линзы тальк-карбонатных пород, в зоне преимущественного развития благородных змеевиков. Здесь по художественно-декоративным свойствам выделено три разновидности змеевика - пятнистый, полосчатый и пятнисто-полосчатый.

Тальк-карбонатные породы занимают здесь не менее половины площади месторождения. Форма их залежей чрезвычайно сложная и обусловлена очертаниями пород кровли массива ультрабазитов, с одной стороны, и тел антигоритовых серпентинитов, с другой.

Т.Н. 2. Далее маршрут переходит на Северо-Шабровское месторождение железистых кварцитов, которое находится в районе п. Шабровского к западу от Белоусовского карьера. Месторождение в центральной части рассекается затопленным карьером после отработки Вознесенской золотой россыпи (рис. 16).

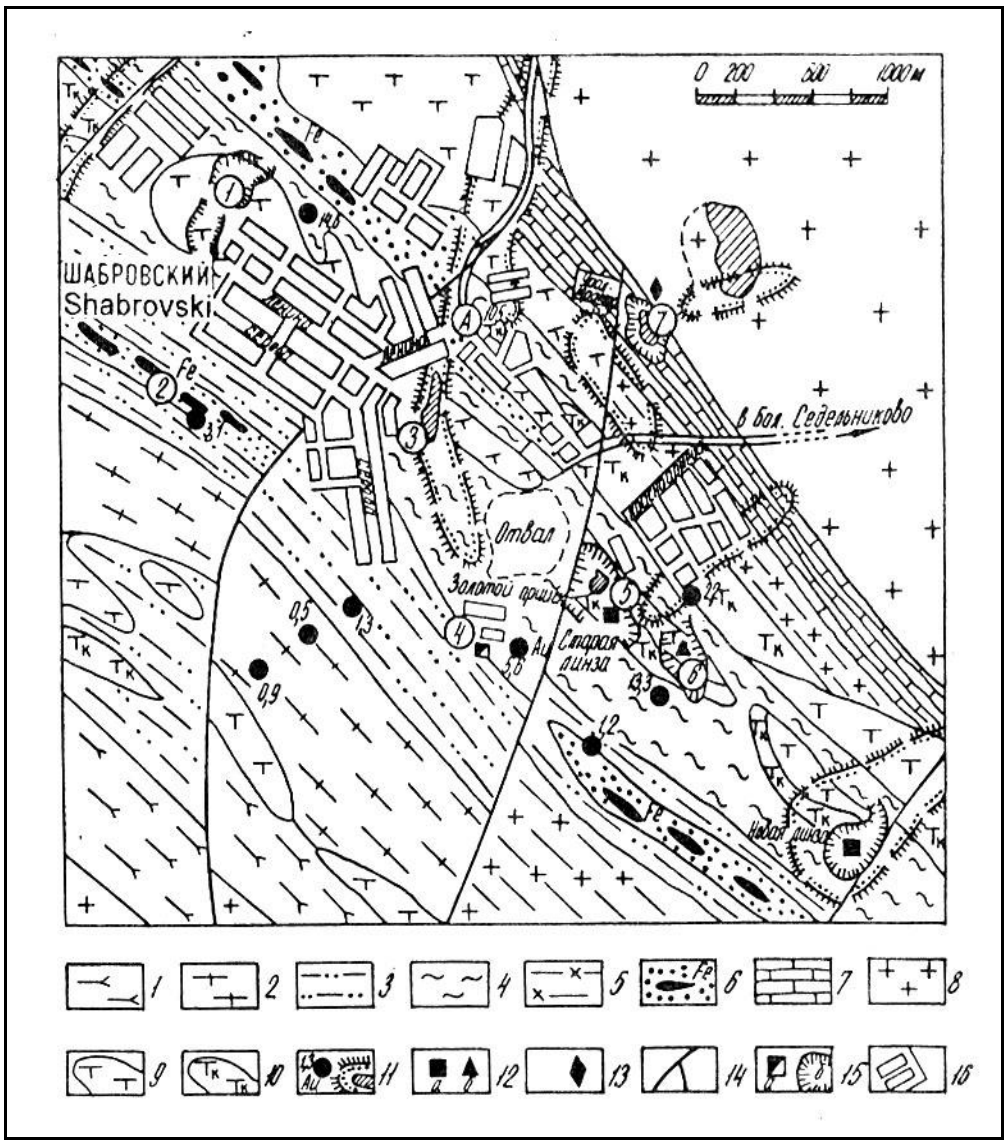


Рис. 16. Схематическая геологическая карта Шабровского рудного поля:
1 – амфиболиты; 2 – актинолитовые сланцы; 3 – серицито-кварцевые сланцы с карбонатом; 4 – филлиты; 5 – серицит-хлоритовые сланцы; 6 – железистые кварциты; 7 – мраморы; 8 – гранодиориты; 9 – серпентиниты; 10 – тальк-карбонатные породы; 11 – золотопроявления и контуры россыпей; 12 – месторождения талька (а) и змеевиков (б); 13 – месторождения мрамора; 14 – тектонические нарушения; 15 – шахта (а) и контуры карьеров (б); 16 – поселок Шабры

При отработке россыпи старатели породы вскрыши укладывали в узкие отвалы, которые расположены по бортам карьера. Взяв пробы песчано-глинистого материала с днища россыпи в западной сухой части выработки, где раньше размещалась промывальная установка, промываем их здесь же в карьере. Увидеть мелкие знаки золота в ковше – обычное дело.

От Вознесенской россыпи по бетонному тротуару перемещаемся в южном направлении к тальковой обогатительной фабрике, посещение которой можно предусмотреть в программе экскурсии, далее по асфальтовой дороге к карьеру тальк-магнезитового камня «Старая линза».

По возрасту выросших на отвалах деревьев студенты могут определить время отработки россыпи, а также наблюдать регуляторы естественной рекультивации открытой горной выработки.

Т.Н. 3. Шабровское месторождение тальк-магнезитового камня известно с 80-х годов 19-го столетия. В этот период оно отрабатывалось кустарным способом, и только возросшие потребности горно-металлургического и цементного производства в огнеупорном сырье в 1927 г положили начало планомерным разведочным работам на месторождении с последующей его механизированной эксплуатацией. Добыча тальк-магнезитового камня производилась карьерным способом со специальной технологией отработки и была прекращена в 1978 г. На момент остановки добычных работ глубина карьера составила чуть более 50 м. Буровыми скважинами месторождение разведано до глубины 200-220 м.

Производство огнеупорных тальк-магнезитовых блоков осуществлялось непосредственно в карьере машинами вертикальной и горизонтальной резки состемы А. М. Столярова. Отходы от распиловки шли на получение чистого высококачественного талька, который извлекался здесь же на обогатительной фабрике путем флотации. Подъем на поверхность нарезанных кирпичей осуществлялось с помощью трех лебедочных установок, которые в настоящее время можно видеть на бортах карьера.

Борта карьера очень крутые, а в некоторых участках с высокими вертикальными уступами (стенками), поэтому при подходе к краю этой искусственной выработки со стороны обогатительной фабрики перед исследователем открывается потрясающая панорама – идеальный срез ультраосновного массива со всеми деталями его внутреннего строения (рис. 18).



Рис. 17. Панорама карьера «Старая линза»

Маршрут по Шабровскому карьеру «Старая линза» начинается с его общего обзора (рис. 17). При спуске в карьер во вскрышных более пологих бортах выходят вмещающие породы, представленные в основном филлитовыми сланцами с тонкими маломощными прослойками мраморизованных известняков, слюдисто-кварцевых, серицит-хлоритовых и хлоритовых сланцев, с тонкими кварцевыми прожилками и будинками.

При переходе со вскрышных бортов на добычные, хорошо наблюдается северо-восточный контакт между вмещающими сланцами и продуктивным телом гипербазитов, превращенных в тальк-карбонатные породы (рис. 18). Контакт резкий, достаточно ровный с крутым, почти вертикальным падением. Участками фиксируются полости отслоения, в некоторых из них можно наблюдать разгрузку трещинных подземных вод в виде красочных водопадов. Вода пригодная для питья.

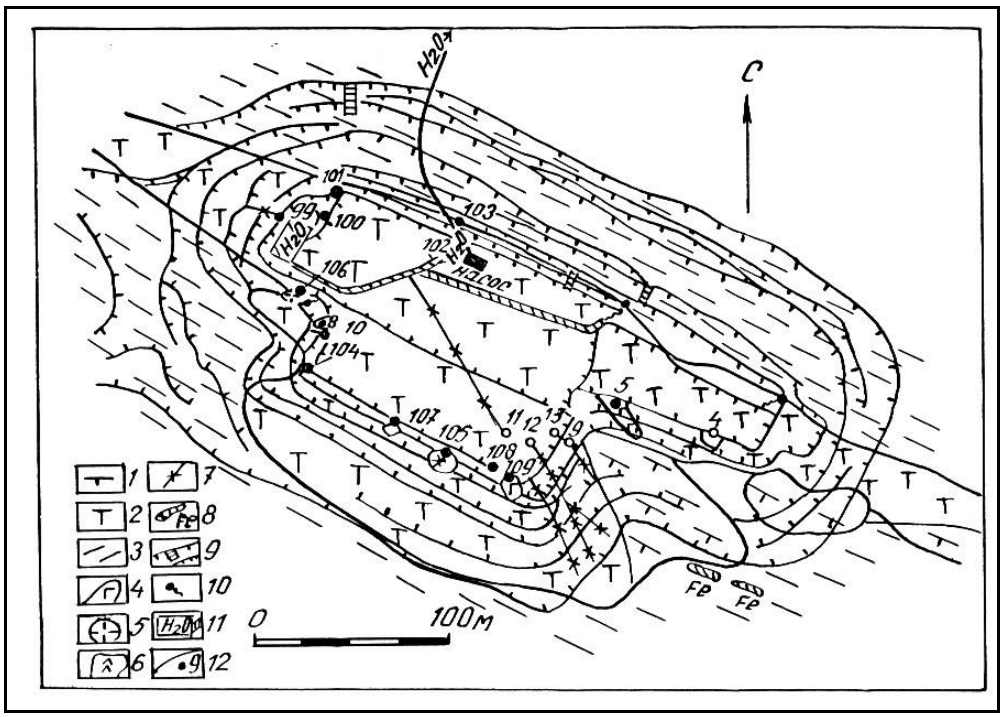


Рис. 18. Геологический план карьера «Старая линза»:
1 – серпентиниты; 2 – тальк-карбонатные породы; 3 – филлитовидные сланцы; 4 – габброиды; 5 – плагиограниты; 6 – лиственит; 7 – хлоритолиты по дайкам основного состава; 8 – железистые кварциты; 9 – контуры бортов карьера и лестницы; 10 – выходы трещинных вод; 11 – дренажные канавы; 12 – точки наблюдений

Наибольшую площадь вскрытых бортов карьера «Старая линза» (см. рис. 18) занимают тальк-карбонатные породы светло-серого цвета, массивной или сланцевой текстуры. На 40-50 % порода состоит из талька и на 50-60 % из карбоната, представленного магнезит-брейнеритовой разновидностью. Из рудных минералов чаще всего встречается гематит, очень редко встречаются кристаллики магнетита и хромита. Эта порода и являлась объектом добычных работ.

В юго-восточной части юго-западной стенки карьера хорошо «отпрепарированы» две дайки основного состава, секущие массив в субмеридиональном направлении. На дневной поверхности дайки выходов скорей всего не имели и вскрываются только карьером. Габброиды имеют мелкозернистую структуру, массивную текстуру. Окраска темная, серовато-зеленая. Породы метаморфизованные и состоит из вторичного амфибола, полевого шпата, карбоната и эпидота.

В западном борту карьера вскрыто тектоническое нарушение, которое сопровождается мощными излияниями трещинных вод.

Поднявшись на поверхность, на борту карьера можно осмотреть систему лебедочного хозяйства.

При спуске в карьер следует обратить внимание на технику безопасности работы в карьерах. Крутые борта карьера обусловлены крутым падением рудного тела, углы падения в сланцах также составляют 70-90 градусов. По вскрытым тектоническим трещинам и разломам в карьере наблюдается дренирование подземных вод. Следует обратить внимание на то, что спуск по лестнице может осуществляться только небольшими партиями (не более 5 человек на одном прогоне).

Необходимо также обратить внимание студентов на осыпи и оползни на стенках карьера обусловленные просачивающимися подземными водами. Накапливаемые на дне карьера воды поднимаются трубами на дневную поверхность. Вся территория в плане обвалована по бортам карьера для предотвращения прорыва поверхностных вод, а также прохода к обрывистым бортам скота.

Т.Н. 4. Продолжая маршрут, по дороге, выходим на северный борт карьера «Новая линза» (рис. 19), вскрывающим крупное тело тальк-магнезитовых пород. Перед нами разворачивается панорама карьера, показывающая технологию разработки с применением буровзрывных работ, экскавации с последующей вывозкой горной массы железнодорожными составами по узкоколейке на обогатительную фабрику.

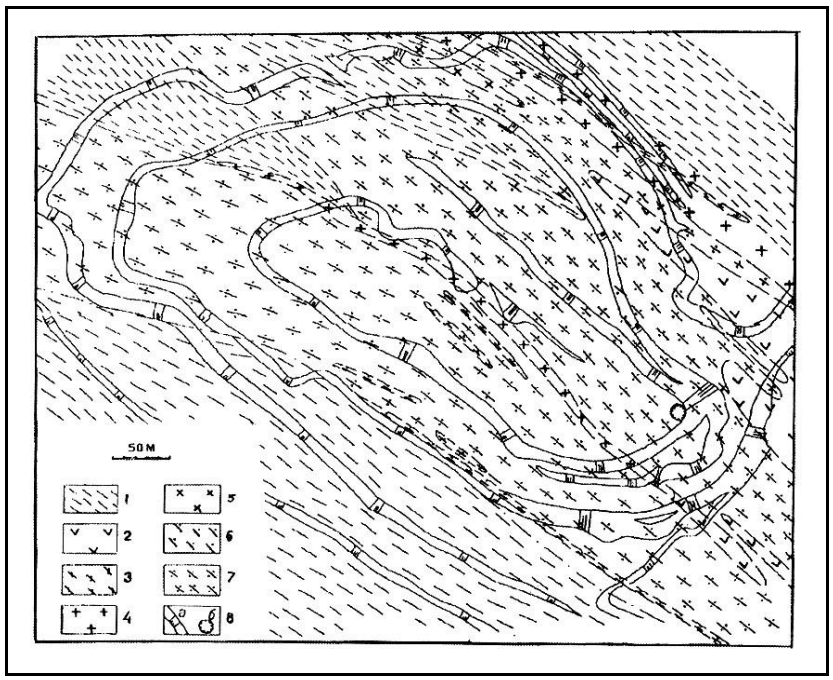


Рис. 19. Геологический план карьера «Новая линза»:
1 – сланцы; 2 – серпентиниты; 3 – амфиболиты; 4 – плагиограниты; 5 – диориты; 6 – хлоритовые метасоматиты; 7 – тальк-карбонатные породы; 8 – карьер: а - борта, б - водосборный зумф

Геологическое строение «Новой линзы» во многом схоже с таковым «Старой линзы». Отличие состоит в том, что здесь развиты дайки только среднего и кислого состава.

Т.Н.5. В западной части пос. Шабровский расположен отработанный мраморный карьер, а вблизи дороги на Б.Седельниково недавно заложен новый мраморный карьер. Он вскрывает полосу мрамора мощностью 80-90 м вдоль гранитоидов шабровской интрузии. Падение полосчатого мрамора на северо-восток под углом 70 °. Мрамор мелкозернистый, светло-серого цвета с оттенками от светло-голубого до темно-синего. Текстура неотчетливо полосчатая. Полируемость породы хорошая. В верхних горизонтах широко проявлены процессы карста. Пустоты в настоящее время заполнены глинами и бурыми железняками. На борту старого мраморного карьера расположен цех по обработке крупноблочных глыб мрамора, змеевика, гранитов и других облицовочных пород. Здесь можно ознакомиться с технологией обработки камня.

3.4. Шиловское месторождение

Шиловское месторождение более известно как меднорудное на восточной окраине пос. Медный (авт. № 185). Оно открыто в 1703 г. крестьянином И. Шиловым «со товарищами». Собственно Шиловское месторождение (рис. 21) расположено на краю поселка Медный, представлено карьером (35х15х10 м) и группой небольших горных выработок. В карьере обнажаются тела скарнов (в торцевой части карьера) на контакте габбро,

габбро-диоритов (забой слева) с мраморизованными известняками (правая часть карьера). Золотосодержащая медная минерализация наблюдается в маломощных зонах бортов карьера.

К северо-востоку от карьера на расстоянии нескольких сот метров по простиранию рудных скарнов размещаются еще несколько заросших карьеров со штольнями в их бортах и около десятка обрушенных шахт. Поэтому при движении по лесу необходимо соблюдать осторожность.

Шиловское месторождение локализуется в юго-восточном экзоконтакте Верхисетского массива гранитоидов. В этом экзоконтакте развиты сравнительно небольшие интрузии среднего-основного (от диоритов до габбро) состава. На контакте одного из них (Решетинского) с известняками сформировались скарны Шиловского месторождения. На контакте диоритов (реже габбро) с известняками развиты гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-эпидотовые скарны с магнетитом и наложенной медно-сульфидной минерализацией (Мурзин, Сазонов, 1990; Сазонов и др., 1994).

Месторождение локализовано в тектонической структуре с простиранием на северо-восток. Скарновые тела встречаются на всем протяжении этого разлома. Однако они вскрывались преимущественно шахтным способом. На современном этапе крепление шахт прогнило и поэтому горные выработки представляют большую опасность для посетителей.

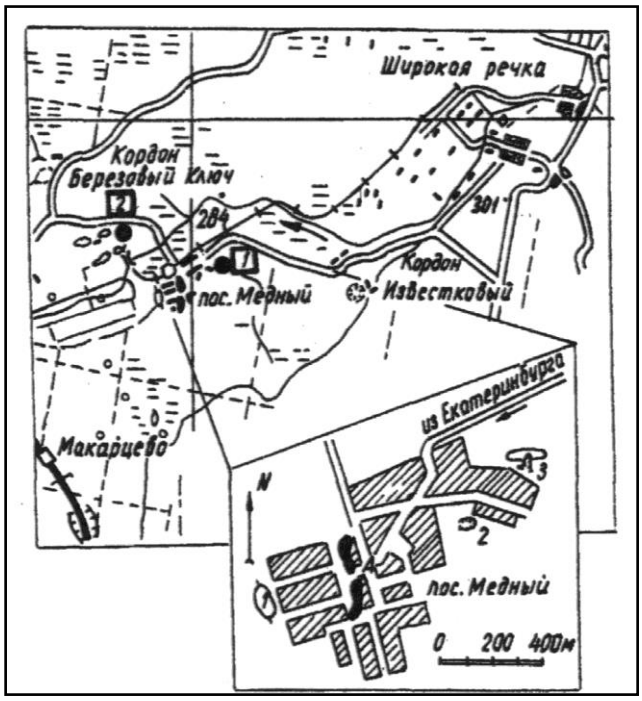


Рис. 20. Географическая схема Шиловской экскурсии:
1 — Шиловское медно-скарное месторождение;
2 — Пушкинское золоторудное месторождение.
На врезке: 1, 2 - обнажения доступные для осмотра;
3 – карьер Шиловского месторождения

Медно-магнетитовые руды отработаны практически полностью. Медно-судьфидная минерализация фиксируется в тектонических нарушениях северо-западной ориентировки, локализуясь как в скарнах, так и в пропилитизированных габбро.

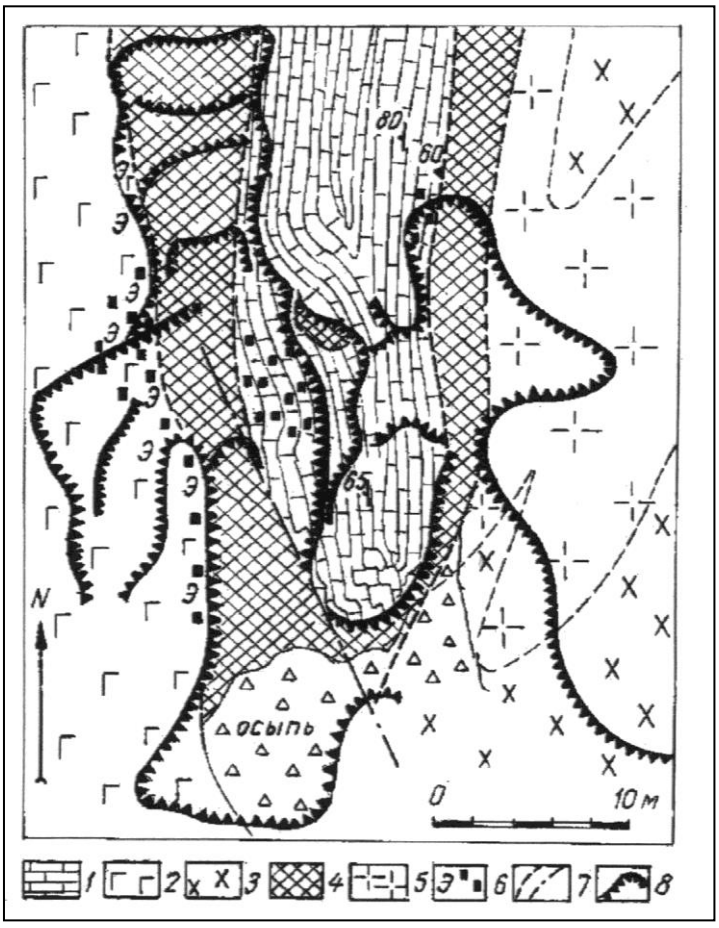


Рис. 22. Геологическая карта Шиловского месторождения:
1 – мраморизованные известняки, участками с сульфидами (черные квадраты);
2 – меланократовые габбро;
3 – диориты;
4 – скарны (гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-эпидотовые с магнетитом и сульфидами);
5 – грано-диориты (иногда дайки аплитов) с участками развития кварц-серицитовых метасоматитов;
6 – места развития эпидотизации (э) и сульфидизации (черные квадраты);
7 – контакты пород и разрывные нарушения; 8 – границы карьера

В скарнах выделяются участки перекристаллизованных эпидозитов, сложенные зеленым эпидотом и кальцитом.

Характерной для месторождения является повышенная (участками до промышленной) золотоносность руд. На окраине поселка можно видеть затопленные выработки на месте старательской отработки небольших золоторудных россыпей. Бассейн р. Шиловки, вдоль русла которой сейчас размещается крупный торфяник, является золотоносным.

Здесь, в окрестностях пос. Медный расположено одно из наиболее крупных на Урале месторождений торфа. Размер торфяника здесь достигает 20 квадратных километров, мощность достигает 6-9 метров. Торф древесно-осоковый, в кусках коричневого цвета, с остатками древесины и коры, главным образом березы, реже ольхи и ивы. Осоковыми формами сложена большая часть залежей торфяников, которые залегают непосредственно на магматических породах. Заторфовывание водоемов – одна из природных угроз для человека, она приводит к постепенному сокращению водоемов и последующему их исчезновению. Начало такого процесса несколько различается для озер с пологими и крутыми берегами. При зарастании болот с пологими берегами зарастание дна происходит в строгом порядке и зависит от глубины. На глубоких местах (2,0-2,5 м) поселяются водные лилии, на глубинах 1,0-1,5 м растут камыш и тростник, а прибрежных зонах – осоки. После отмирания этих растений на дне водоема отлагаются их остатки – стебли, корневища, листья. При этом лишь часть этих остатков разлагается, другая остается в полуразрушенном состоянии. Такое накопление растительных остатков со временем приводит к обмелению водоема. В дальнейшем более молодые растения вынуждены сдвигать свои ареалы обитания на большую глубину, отдаляясь от берега. В конце концов, все озеро высыхает, покрываясь осокой.

Несколько иной способ зарастания озер отмечается в случае наличия крутых берегов. При глубине прибрежных зон более 2,0 метров развитием пользуются растения, способные держаться на поверхности воды. Они прикрепляются ко дну у береговой линии и распространяют свои стебли далеко от берега. Переплетаясь между собой, стебли таких растений образуют прочную сеть, на которой могут развиваться другие растения-сателлиты. Питательной средой таких растений являются: растворенные в воде соли, мелкая пыль, попадающая в воду из атмосферы. Разрастание таких колоний растений приводит, в конечном счете, к полному покрытию всей водной поверхности озер. В процессе отмирания растительности происходит естественное обмеление водоемов и последующее их исчезновение. Однако при обмелении озера до приемлемых глубин в нем могут поселяться упомянутые выше растения, характерные для мелководных водоемов которые ускоряют процессы его исчезновения.

В связи с интенсивным проведением дренажных работ ранее заболоченные участки торфяников стали сухими. В летнее время, особенно в засушливую погоду, над торфяниками носится пыль, что является чрезвычайно

опасным в случае возгорания торфа. При такой большой мощности отложений торфа тушение сильно затруднено из-за возможности подземных пожаров. В настоящее время разработка торфа на участке Медном временно прекращена, за несколько лет площадь покрылась подлеском, который в определенной степени спасает торфяник от случайных пожаров. Торфяники поселка Медный являются главным объектом наблюдения студентов групп ЗЧС.

В данном районе, наряду с заторфовыванием озер, можно наблюдать процессы заболачивания лесов и лугов. Здесь, наряду с природными процессами, определенную роль играют техногенные процессы, связанные, прежде всего, со строительством плотин, запруд и других гидротехнических сооружений. Заболачивание связывается с созданием условий избыточной увлажненности участков, когда полезная для человека луговая или лесная растительность меняется на болотную. При этом из обращения изымается часть полезных земель

Кроме упомянутых выше процессов заболачивания культурных угодий и заторфовывания водоемов, значительную опасность на данном участке представляют собой древние шахты и глубокие шурфы, крепления которых давно прогнили. Студентам запрещается подходить близко к этим горным выработкам и заглядывать в них во избежание осыпей и провалов, что имело место в прошлом. Студентам следует напомнить некоторые правила поведения в таких участках. Все опасные участки развития старых горных выработок должны быть ограждены, а также иметь предупредительные знаки.

Кроме того, на участке Шиловского месторождения студентам следует напоминать правила противопожарной безопасности в связи с широким развитием здесь легковоспламеняющихся торфяников.

3.5. Березовское рудное поле

Березовское рудное поле расположено в 12км на северо-восток от г. Екатеринбурга. Оно является крупнейшим на Урале собственно золоторудным объектом. Ввод его в эксплуатацию (1748 г.) определил начало золотой промышленности региона, да и Российского государства в целом. Практически до конца 50-х гг. XX столетия Березовское рудное поле было крупнейшим по запасам золота в бывшем СССР. Месторождение на сегодня отрабатывается на горизонте до 520 м. Структурным бурением установлено, что в центральной и южной частях месторождения оруденение прослеживается до глубины 1 - 1,2 км.

Березовское рудное поле широко известно в мире. Оно рассматривается как классический золоторудный объект кварц-жильного типа во всех курсах полезных ископаемых практически во всем мире. Березовское месторождение представлено крупной серией даек гранитоид-порфиров, имеющих преимущественно субмеридиональное и северо-восточное, реже субширотное простирание. Большая часть даек имеет крутое (до вертикального) падение. Дайки по большей части березитизированы, вмещают «лестничные» кварцевые жилы, ориентированные по нормали к зальбандам даек. Кроме лестничных, на

месторождении развиты красичные кварцевые жилы. Последние представляют собой разновиднсти жил, вышедших из даек во вмещающие породы или же не имеющие связи с дайками иформирующиеся по тектонически ослабленным зонам (разломам), ориентированным, как правило, широтно или субширотно.

Вулканиты и вулканогенно-осадочные толщи в пределах Березовского рудного поля имеют моноклинальное залегание, полого падают на север и подразделяются на две толщи: нижнюю – чередование базальтовых лав, туфобрекчий, туффитов, кремнистых осадков, и верхнюю – диабазы. Общая мощность толщ превышает 1,2 км.

Описание маршрута

Начало маршрута — южный фланг Березовского рудного поля.

Т.Н.1. На остановке общественного транспорта «Каменные Палатки» в скальном обнажении с этим же названием можно наблюдать типичные шарташские адамеллиты, а также разноориентированные трещины, характерные для Шарташского массива в целом, горизонтальные и пологопадающие, волнисто изогнутые трещины обусловливают матрацевидную отдельность, отчетливо подчеркнутую процессами выветривания.

На примере фигур «Каменных палаток» наблюдают результаты физического выветривания в гранитах, а также продукты эоловой деятельности: ***дефляции и коррозии***. Подобные изменения потенциально можно ожидать на техногенных объектах.

Т.Н.2. Далее маршрут проходит через Шарташский щебеночный карьер. Борта карьера представлены средне-крупнозернистыми адамеллитами. Величина зерен биотита в них составляет 0,1 – 3 мм, а количество не превышает 5 – 10 % от общей массы.

Т.Н.3. Карьер расположен в северо-восточном эндоконтакте Шарташского массива адамеллитов. Здесь можно наблюдать адамеллиты, а также даечный комплекс, гранит-пегматиты и кварцевые жилы. Шарташский каменный карьер эксплуатируется как щебеночный — запасы составляют 33,6 млн. $м^3$.В бортах, а также в донной части карьера можно наблюдать дайки гранит-порфиров, лампрофиров, аплитов, пегматитов, кварцевых с калишпатом жил.

Шарташский и Изоплитовый карьеры в настоящее время разрабатываются частными предпринимателями. Значительно проще посещение «Сибирского» карьера, вскрывающего южную часть Шарташского массива. Карьер расположен вблизи Сибирского тракта (остановка автобусов № 31, 1 - «Путевка»).



Рис. 22. Сибирский карьер по добыче облицовочных блоков гранитоидов

Сибирский разрабатывает монументальные блоки для облицовки или каменных архитектурных изделий, особенно на ранних стадиях разработки.

Отбор блоков гранитоидов осуществляется газо-плазменной резкой и клиновым отслоением через серию шпуров. Данную технологию можно видеть в северном забое карьера. Здесь же можно наблюдать самую мощную (около 1 м) дайку лампрофиров, выполняющую субмеридиональную трещину скалывания. Более мелкие дайки широко развиты в южном борту карьера (рис. 24). В бортах карьера картируются многочисленные дайки кислого состава: аплиты, гранит-порфиры, пегматиты.



Рис. 23. Дайка лампрофира (справа) и пересечение двух пегматитовых прожилков (слева) в гранитоидах Сибирского карьера

Во всех карьерах, пройденных в гранитоидах, следует обратить внимание студентов на крутые борта карьеров, что возможно только в крепких, устойчивых породах. На этих же объектах следует обратить внимание на систему водоотлива, которая защищает карьеры от затопления. Продолжаем маршрут в г. Березовском.

Т.Н. 5. Расположена на северной окраине г. Березовский в районе хвостохранилища. Здесь на правом берегу р. Пышмы высятся отходы от обогащения золотосодержащих руд. Отходы представлены тонко- и мелкозернистым кварцевым материалом. На хвостохранилище хорошо наблюдаются процессы ветровой и дождевой эрозии. В ветреную погоду поднимается кварцевая пыль, которая может вызвать у человека болезнь, известную под названием силикоз.

В данном маршруте в окрестностях г. Березовского для студентов специальности ЗЧС следует особое внимание обратить на провалы, которые расположены над шахтными полями. Здесь категорически нельзя вести строительство жилых зданий и сооружений. Обратить внимание на возможностях защиты таких территорий от потенциальной угрозы провалов.

3.6. Гора Хрустальная

На Среднем Урале в южной эндоконтактовой части Верх-Исетского гранитоидного массива расположен ряд крупных месторождений стекловидного и молочно-белого кварца.

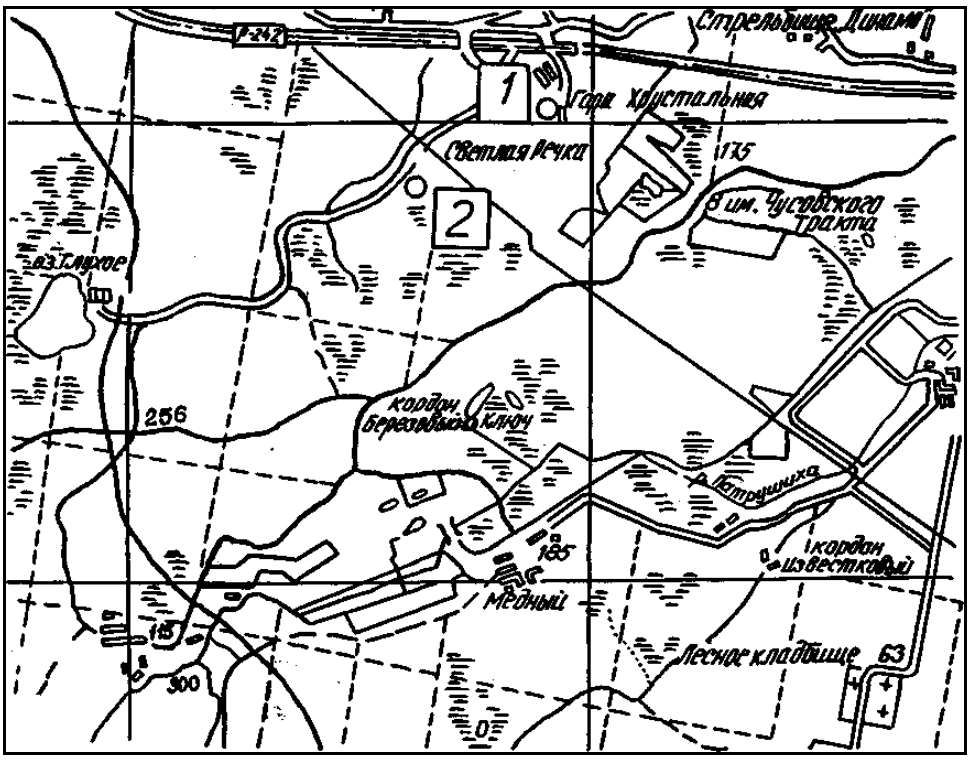


Рис. 24. Географическая схема размещения месторождений кварцевого сырья

Наиболее значительными и разведанными из них являются гора Хрустальная (1) и Светлореченское (2).

Кварц является наиболее распространенным минералом в природе, на описываемых месторождениях содержит большое количество минеральных и газово-жидких включений, довольно сильно «загрязнен» химически. В основном используется для варки различных специальных стекол, в качестве шихты для выращивания искусственных кристаллов кварца, в качестве заполнителя фильтров водоочистки, для футеровки различных агрегатов, в строительстве и для других нужд. При желании и дополнительных затратах всегда можно выбрать участки кварца, пригодные и для более ответственных назначений, но обычно это пока экономически нецелесообразно.

Понятие «молочно-белый кварц» сложилось исторически и не несет генетической или минералогической информации, в какой-то мере определяя лишь его замутненность газово-жидкими включениями.

Район месторождений характеризуется напряженной структурно-тектонической обстановкой. Восточная часть южного замыкания Верх-Исетского гранитоидного массива разбита многочисленными различно ориентированными тектоническими нарушениями преимущественно субмеридионального простирания. В эндоконтактовой зоне главного тела Верх-Исетского гранитоидного массива почти повсеместно развиты гранитоиды повышенной основности – диориты, кварцевые диориты, залегающие среди биотит-амфиболовых гнейсов. Возраст гранитоидов установлен как позднепалеозойский, т. к. они прорывают все породы района. Это подтверждается и определением абсолютного возраста (260-340 млн. лет).

Месторождение горы Хрустальной представляет собой (Оболкин, 1981) крупное тело, вытянутое на 370-380 м в СВ (330-340 °) направлении. Форма его каплевидная в плане и неправильная в разрезе (рис. 26).

На глубину месторождение имеет тупое выклинивание с пологим падением (погружением) ЮЗ контакта к СВ под углом 8-10 °. Падение восточного контакта жильного тела крутое (75-90 °) к востоку, западный контакт до гор. 310-270 м падает к западу. Длина тела по вертикали непостоянная и колеблется от 90 м в его западной части до 190 м восточной. Ширина тела достигает 140 м.

Восточный контакт тела четкий крутопадающий (75-90 °) и контролируется тектоническим нарушением, западный контакт имеет более сложную конфигурацию, обусловленную заполнением пегматоидным и кварцевым материалом крупноглыбовой зоны брекчирования в диоритах.

Породы западного блока представлены сильно метаморфизованными диоритами. В них встречается тонкая и редкая вкрапленность пирита и халькопирита, а темноцветный минерал превращен в агрегат мелкочешуичатого биотита.

В породах восточного блока наблюдаются метасоматические образования, состоящие из биотита (флогопита), хлорита и тальковых сланцев, образованных по серпентинитам.

В жильном кварце месторождения выявлено и исследовано 22 минерала, являющихся вредными примесями: сера самородная, пирит, рутил, брусит, псиломелан, гематит, гидрогетит, апатит, графит, опал, магнетит, серицит, флогопит, альмандин, эпидот, мусковит, биотит, хлорит, актинолит, микроклин, калишпат, кальцит.

По степени минерализации кварц месторождения разделяется на две природные разновидности: мономинеральный или слабоминерализованный (до 8 %) и сильноминерализованный (более 8 %). По данным минералогических анализов (60 проб), содержание твердых минералогических примесей в первом типе кварце в среднем составляет 1,1 %, а во втором – 16,1 %.



Рис.25. Панорама Светлореченского месторождения кварца.
Кварцевая жила светлого оттенка

Другой характерной особенностью жильного кварца месторождения горы Хрустальной является его разлистованность. Впервые это подробно описано Г. Н. Вертушковым в начале 40-х годов и объяснено разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников.

Кварц месторождения горы Хрустальной содержит значительное количество газово-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и являются вторичными.

Светлореченское месторождение жильного кварца расположено в юго-восточной части Верх-Исетского антиклинория. Данные разведочных работ показывают, что месторождение имеет зональное строение. Внешняя зона представлена пегматоидной породой, иногда с выделением в них кристаллов мусковита и калиевого шпата, размером от 1 до 5 см и измененными окварцованными диоритами, представляющими собой эруптивную брекчию, внутренняя – сложена массивным кварцем (кварцевое ядро).

Кварцевое ядро представляет собой крупное тело, простирающееся в северо-западном (330 °) направлении на 300 м.

Выклинивание жильного тела по простиранию в северо-западной и юго-восточной частях. А восточный и западный контакты падают в разные стороны (рис. 26). На глубину тело имеет тупое выклинивание с пологим юго-восточным падением (погружением) под углом 5-10 °. Форма тела линзовидная в плане и приближающаяся к трапециевидной в разрезе.

Восточный и западный контакт тела четкий и контролируется тектоническими нарушениями. Кварцевое тело рассечено системами трещин, в основном северо-западного и северо-восточного простирания с углами падения 30-70 °. Трещины обычно ожелезнены. В кварцевом ядре, особенно в нижнем эндоконтакте, достаточно много ксенолитов вмещающих пород, представленных диоритами и мусковитизированными гранитами. Размеры их достигают 7,5х30 м. Длинные оси ориентированы по простиранию тела параллельно его нижнему контакту.

Кварцевое ядро сложено кварцем светло-серого, серого, белого или дымчато-серого цвета с участками прозрачного или полупрозрачного кварца. Структура кварца среднезернистая, местами крупнозернистая до гигантозернистой. Текстура массивная, реже сланцеватая. Последняя, обусловлена разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников.

Длина тела по вертикали не постоянна и колеблется от 120 м в его центральной части, постепенно уменьшаясь, до 20 м в направлении северного выклинивания и до 80 м в направлении южного выклинивания. Ширина тела достигает 140 м.

В кварце месторождения выявлены и исследованы 17 минералов, являющихся вредными примесями: группа полевых шпатов (в основном микроклин), кальцит, мусковит, биотит, альмандин, хлорит, эпидот, лимонит, гематит, пирит, актинолит, молибденит, пиролюзит, графит, турмалин, рутил, сфен. Наиболее распространены микроклин, мусковит, биотит, эпидот, лимонит, актинолит, кальцит.

Кварц Светлореченского месторождения содержит значительное количество газово-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и являются вторичными. Гораздо реже встречаются первичные включения, которые в основном сгруппированы по зонам роста

индивидов. Их цепочки косо ориентированы по плоскостям трещин с вторичными включениями.

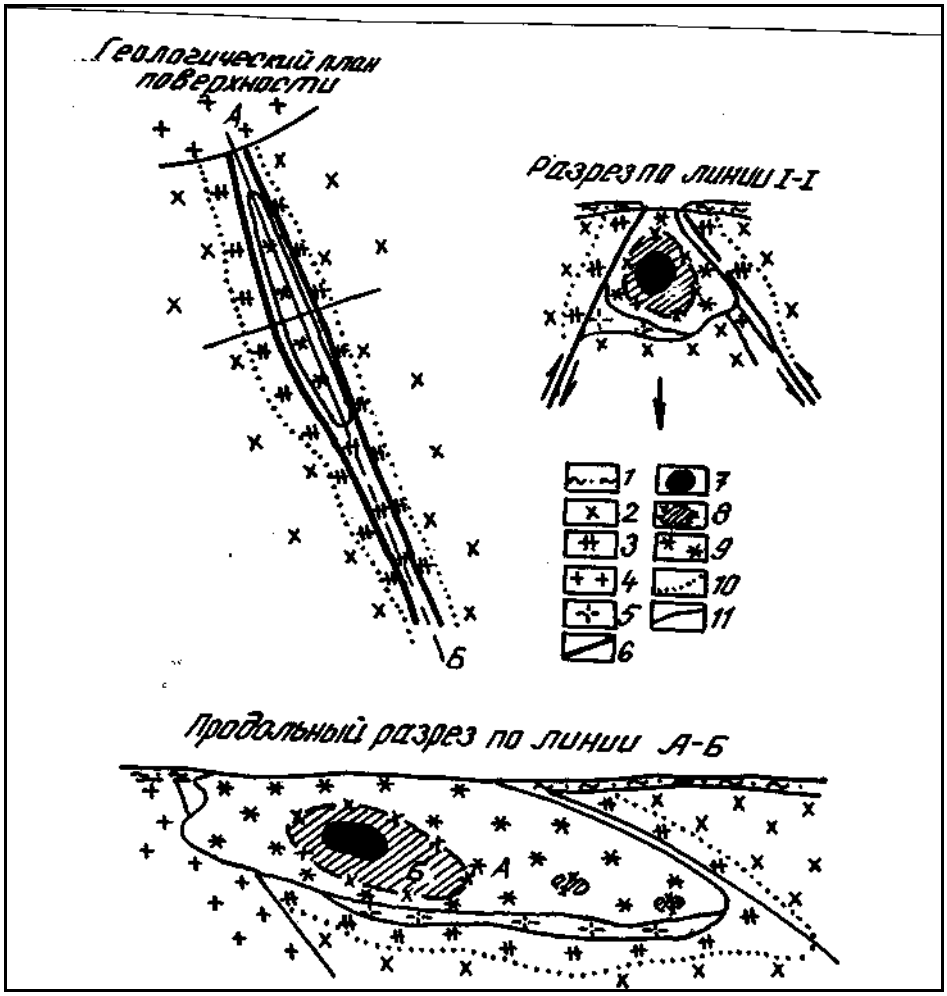


Рис. 26. Геологическое строение Светлореченского месторождения

Условные обозначения:

1 - рыхлые отложения; 2 - диориты; 3 - диориты окварцованные, полевошпатизированные, мусковитизированные, аплитовой структуры; 4 -граниты биотитовые; 5 - пегматиты; 6 - тектонические нарушения; 7-9 - зоны распространения кварца с различным коэффициентом светопропускания, 10 - граница изменения диоритов; 11 - геологические границы.

Характерной особенностью локализации крупных месторождений жильного кварца является их приуроченность к большим тектоническим нарушениям (месторождение горы Хрустальной) или тектоническим нарушениям, оперяющим под острым углом более мощную тектоническую зону (Светлореченское месторождение).

Формирование кварцевых тел происходило путем многократного раскрытия и заполнения трещин, образующихся при перемещении и расхождении блоков вмещающих пород и кристаллизации кварца в трещинных полостях в тектонически ослабленных зонах. Полученные результаты показывают несомненную связь крупных кварцевых месторождений с

тектоническими нарушениями южного обрамления Верх-Исетского гранитоидного массива.

Наиболее важными объектами наблюдения на участке с позиций специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» являются процессы формирования коры выветривания по породам различной устойчивости. Кварцевое тело в силу большой прочности образует в рельефе гребневидное тело, в то время как рыхлые продукты выветривания по измененным диоритам создают понижения в рельефе. Следует отметить, как меняется уровень обводненности карьера в зависимости от работы откачных насосов. С месторождениями кварца следует знакомить также как с объектами народнохозяйственного значения. Кварц данных месторождений потенциально может стать объектом получения особо чистого сырья – ценного продукта современных технологий. На промплощадке следует знакомить студентов с технологиями получения кварцевой продукции.

3.7. Билимбаевское месторождение

Участок расположен в 3,5 км южнее от г. Билимбай Свердловской области. От железнодорожной станции Билимбай карьер расположен в 7 км на восток. Добыча известняка ведется здесь, главным образом в Галкинском карьере, который в плане имеет изометричную форму, высота его бортов составляет около 20 метров.

Участок исследований расположен в Улсовско-Билимбаевской складчато-блоковой зоне, разделяющей два антиклинория: Уфалейский и Вишерско-Чусовской, которые, в свою очередь, входят в пределы Центрально-Уральского поднятия.

Галкинский карьер вскрывает известняки Билимбаевской свиты ордовикской системы. В разрезе свиты, кроме упомянутых известняков встречаются также: слабо метаморфизованные породы (филлиты), алевролиты, эффузивные образования. В известняках встречается фауна ордовикского возраста – остатки морских лилий, головоногих моллюсков. В известняках отмечаются находки остатков флоры в виде битуминозных примесей. Известняки в карьере сильно трещиноваты, преобладают разрывы с юго-восточными и юго-западными падениями. Углы падения пологие – 23-37 градусов. Мощность мезозойских пород, слагающих породы вскрыши составляет 4-5 метров, однако на отдельных участках она возрастает до 30-40 метров.

Известняки состоят преимущественно из кальцита – $CaCO_3$. Изредка встречается примесь доломита. Содержание двух минералов в породе составляет более 99,0 %, поэтому они представляют высококачественное флюсовое сырье для металлургической промышленности. Окраска известняков светлая, светло-серая, примеси железа местами придают породе рыжую окраску.

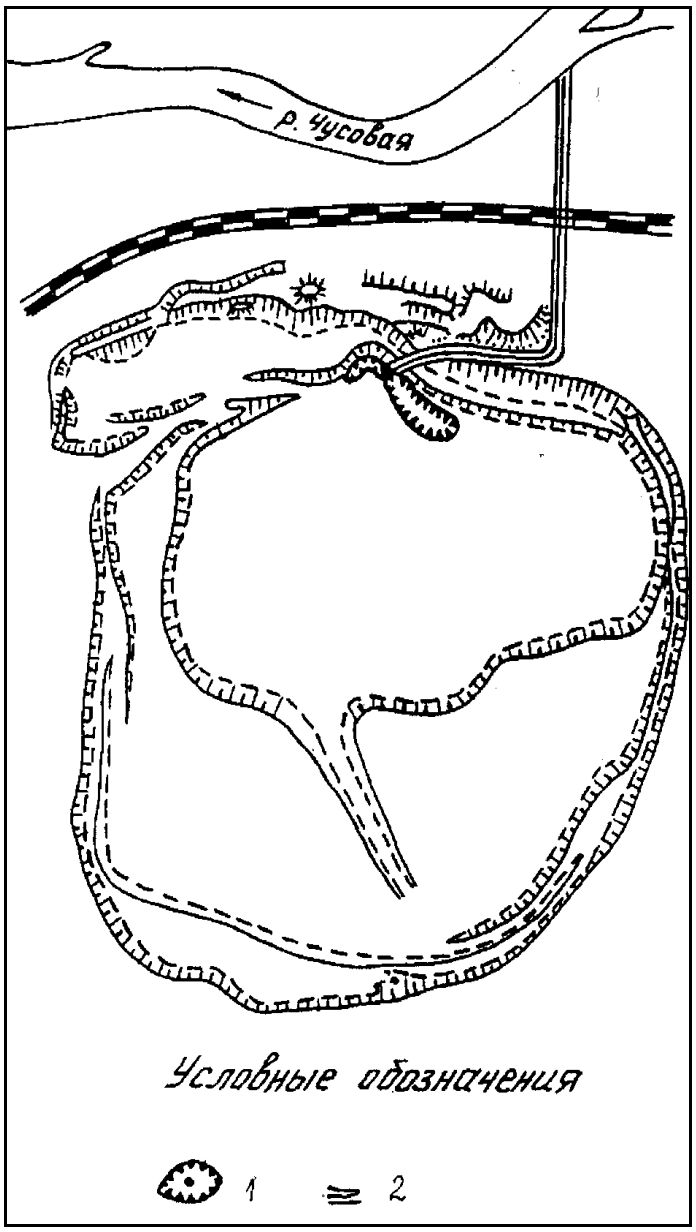


Рис. 27. План Галкинского карьера
Условные обозначения: 1 – зумпф карьера, 2 – водоотлив

Состав пород в карьере, а также обильные водопритоки создают на этом участке условия для карстовых процессов, которые здесь наблюдаются в изобилии. Следует, однако, отметить, что на поверхности пород чаще отмечаются суффозионные процессы, связанные с вымыванием (выносом) механических частиц фильтрующейся водой, что сопровождается оседанием пород с образованием провалов и воронок. Такая суффозия называется механической, при химическом растворении ее называют химической и в этом случае растворимая часть породы выносится в виде раствора.

Внимание студентов обращается на многочисленных следах начальных процессов суффозии, проявленных в геоморфологи. Делается акцент на различиях карстовой и суффозионной деятельности в различных по литологии породах.



Рис. 28. Вид северо-восточного борта Галкинского карьера

Закарстованность района Галкинского карьера составляет на поверхности около 25 %, с глубиной она уменьшается и к глубине 100 м практически не фиксируется. Под закарстованностью принимают соотношение закарстованных площадей участка к его общей, суммарной, площади. Снижение общей закарстованности с глубиной обусловлено несколькими причинами. Главная из них – снижение количества трещин и их объема по мере увеличения глубины, что, в свою очередь, снижает объем циркулирующей воды, а также скорость ее движения. Заполнителями карстовых полостей являются глины и суглинки, а также щебень и песок. Форма пустот клиновидная со сужением вниз.

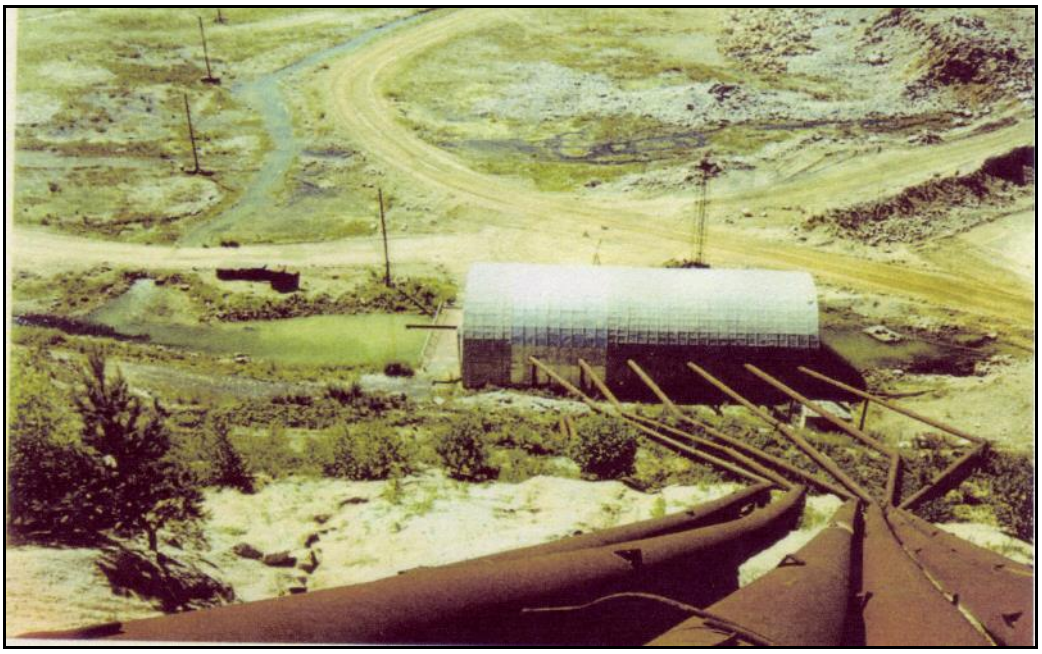


Рис 29. Система осушения Галкинского карьера: водосборные канавы, зумпф, модуль с насосами и водопроводные трубы

Водопроницаемость известняков близка нулю, поэтому обводненность карьера имеет трещинный характер. Общий водоприток в карьере составляет около 1500 $м^3$/час, однако, в настоящее время ежегодно он постепенно возрастает, в связи с изменением технологии процесса добычи и привлечения водных ресурсов из р. Чусовой. Плотность известняков составляет 2,70 $г/см^3$, временное сопротивление одноосному сжатию перпендикулярно слоистости – 130,0 МПа, а параллельно слоистости – до 55,0 МПа.

Известняки светло-серого цвета, часто массивной текстуры, скрытокристаллической структуры. Иногда отмечается мелкокристаллическая структура, которая фиксирует локальные участки слабого метаморфизма пород. В таких случаях в прослоях терригенных пород отмечаются переходы к филлитовидным разностям. В зонах наименее метаморфизованных пород можно встретить фауну ордовикского возраста. Элементы залегания известняков определяются с трудом. Такая возможность представляется благодаря наличию прослоев терригенных пород: алевролитов, алевропесчаников, реже – вулканитов.

Осушение карьера производится методом поверхностного дренажа, который включает в себя дренажные канавы и зумпф, куда вода стекается самотеком. Накопленная таким образом вода затем поднимается насосами вверх и сбрасывается в Чусовую. Перепад уровней воды в зумпфе карьера и реке Чусовой составляет 28 м.

В окрестностях Галкинского карьера, в поле развития известняков наблюдаются многочисленные воронки – небольшие карстовые провалы, фиксирующие начало карстообразования (рис. 31). Размер воронок различный, иногда не превышающий 1 метра. Как показывают результаты наблюдений, образование наблюдаемых воронок «молодого» карста началось сравнительно недавно и, по всей вероятности, увязывается с началом работ карьера. В данном маршруте студенты знакомятся с процессами суффозии и карста, производят локальное картирование воронок и описывают их. Для закрепления навыков работы с горным компасом здесь, в карьере, проводится массовый замер трещин с последующим построением розы-диаграммы трещиноватости.

На участке студенты знакомятся также с системой водоотлива, осушения месторождения. Характерной особенностью этого района являются многочисленные оползни, на которых можно наблюдать «пьяный лес». В самом карьере студенты знакомятся с характером выветривания известняков и других пород. При этом продукты всех этих процессов рекомендуется тщательно документировать, некоторые элементы – фотографировать и делать зарисовки.



Рис. 31. Свежая суффозионная воронка на левобережной пойменной террасе р. Чусовой, в 50 м от русла

3.8. Суффозионные процессы вдоль линий метро

Маршрут проходит непосредственно в пределах городской черты, сначала вдоль ул. 8-е Марта, где наблюдаются многочисленные разрушения домов, которые обтянуты стальными конструкциями. Начало маршрута на перекрестке улиц 8-е Марта и Декабристов. Наибольшему разрушению здесь подвергся старый дом с магазином «Гастроном», который стоит на ветке строящегося метро между станциями «Геологическая» и «Бажовская».

При движении к центру города студенты наблюдают здание сравнительно недавно построенного цирка, которое несет следы многочисленных реконструкций, призванных укрепить постройку. Причины деформаций в здании цирка могут объясняться двумя причинами. С одной стороны, строение стоит в непосредственной близости от сложной развязки двух веток метро, а, с другой – цирк, расположенный на контакте с активно живущим разломом, который расположен по руслу реки Исеть.

Инженерные меры защиты предприняты к старому зданию на перекрестке улиц 8-е Марта – Куйбышева. Как и в других местах, здесь здание «обвязано» стальным каркасом для предотвращения его дальнейшего развала.

Далее студенты наблюдают суффозионные процессы на западном берегу городского пруда. Каменная ограда пруда в нижней части в значительной степени разрушена. На улице Набережная рабочей молодежи видны следы

нового асфальта, закрывающего трещины, появившиеся в результате формирования оползневых процессов вдоль западного берега городского пруда.

Далее маршрут проходит между станциями метро «Уральская» и «Динамо». Вследствие процессов осушения, понижения уровня подземных вод, вдоль линии метро развиваются суффозионные процессы, которые приводят к многочисленным деформациям зданий и сооружений. Водопонижение осуществляется здесь с 1993 года с помощью 5 скважин диаметром 890 мм и насосами. Снижение уровня грунтовых вод привело к развитию суффозионных процессов, которые осуществляются путем механического выноса частиц фильтрующейся водой. Через некоторое время этот процесс привел к образованию пустот и полостей, что, в свою очередь, привело к проседанию зданий и сооружений и их видимых деформаций. Для спасения домов применены инженерные меры защиты, многочисленные стяжки.

Опасные явления природного и техногенного характера можно наблюдать в самом центре города, в районе городской «плотинки». На западном берегу городского пруда, на уровне поверхности воды наблюдаются процессы подмыва берега, что грозит обвалом чугунной ограды. Особенно хорошо заметны эти процессы зимой, когда наблюдения можно вести в непосредственной близости со льда. В 150 метрах от «плотинки» на север, в районе городского драмтеатра берег пруда укреплен бетонным сооружением.

В основании городской «плотинки» расположены две арки, одна из них недавно укреплена бетоном, в ней сделан переход. Другая арка, расположенная со стороны площади 1905 года, находится в аварийном состоянии. Только благодаря арочной конструкции потолки в ней не обрушиваются.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Паняк С.Г. Динамическая геология. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 280 с.

Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Григорьев В.В., Паняк С.Г., Дубейковский С.Г. Учебная геологическая практика. Изд-во УГГГА, Екатеринбург, 1995. 223 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Геологические маршруты по Екатеринбуржью. Изд-во УГГГА, Екатеринбург, 1997. 227 с.

Стефан Григорьевич Паняк
Татьяна Сергеевна Бобина

УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие

для студентов направления
20.03.01 – «Техносферная безопасность» (ТБ)
и специальности
21.05.04 – «Горное дело» (ГД)

Корректура кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60x84 1/16. Печать на ризографе.
Печ. л. 6.0. Уч.- изд. л. 5.8. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

К.М.01.01 ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 ***Техносферная безопасность***

Профиль
«Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях» (КУТБ)

квалификация выпускника: **бакалавр**
формы обучения: очная, заочная

год набора: 2021

Автор: Дроздова И.В., доцент, к.э.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Экономики и менеджмента	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Мочалова Л.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 10.09.2020	Протокол № 2 от 12.10.2020
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2020

ВВЕДЕНИЕ……..……...3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..……...6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….....8

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……11

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ…….15

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ...20

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ…….....22

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……24

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «Основы проектной деятельности» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче экзамена.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Основы проектной деятельности*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля), ответы на тестовые задания);
- выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания);
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к *экзамену*.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Введение в управление проектами

1. В чем заключается суть концепции управления проектами?
2. Что представляет собой проект как процесс точки зрения системного подхода?
3. Назовите основные элементы проекта.
4. Перечислите этапы развития методов управления проектами (УП).
5. В чем сущность УП как методологии?
6. Охарактеризуйте проект как совокупность процессов.
7. В чем заключается взаимосвязь УП и управления инвестициями?
8. Какова взаимосвязь между управлением проектами и функциональным менеджментом.
9. Назовите предпосылки (факторы) развития методов УП.
10. Каковы перспективы развития УП?
11. Определите задачи и этапы перехода к проектному управлению.
12. Перечислите и определите базовые понятия УП.
13. Приведите принципы классификации типов проектов.
14. Сделайте обзор стандартов в области УП.
15. Какие группы стандартов применяются к отдельным объектам управления проектами (проект, программа, портфель проектов)?
16. Дайте характеристику группе стандартов, определяющих требования к квалификации участников УП (менеджеры проектов, участники команд УП).
17. Какие стандарты, применяются к системе УП организации в целом и позволяющие оценить уровень зрелости организационной системы проектного менеджмента?
18. Каковы основы и принципы Международной сертификации по УП?
19. В чем заключается сертификация по стандартам IPMA, PMI?

Тема 2. Система стандартов и сертификации в области управления проектами

1. Сделайте обзор стандартов в области УП.
2. Назовите группы стандартов, применяемых к отдельным объектам управления проектами (проект, программа, портфель проектов).
3. Назовите группы стандартов, определяющих требования к квалификации участников УП (менеджеры проектов, участники команд УП).
4. Приведите характеристику стандартов, применяемых к системе УП организации в целом и позволяющие оценить уровень зрелости организационной системы проектного менеджмента.

5. В чем заключается принципы международной сертификации по УП?

6. На чем основана сертификация по стандартам IPMA, PMI?

Тема 3. Жизненный цикл проекта и его фазы

1. Каковы основные понятия, подходы к определению и структуре проектного цикла?

2. Назовите этапы реализации, состав основных предпроектных документов предынвестиционной фазы.

3. В чем заключается проектный анализ и оценка жизнеспособности и финансовой реализуемости в рамках предынвестиционной фазы?

4. Каково содержание инвестиционной и эксплуатационной фаз жизненного цикла проекта?

5. Охарактеризуйте состав и этапы разработки проектной документации строительной фазы проекта.

Тема 5. Информационное обеспечение проектного управления

1. Что понимается под управлением коммуникациями проекта?

2. Что собой представляет информационная система управления проектами и ее элементы?

3. Приведите ключевые определения и потребности ИСУП.

4. Какова структура ИСУП?

5. Проведите обзор рынка программного обеспечения управления проектами.

6. Каковы требования к информационному обеспечению на разных уровнях управления?

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Концепция управления проектами

- Проект
- Проектное управление.
- Проект как совокупность процессов.
- Переход к проектному управлению.
- Модель управления проектами (УП).
- Структуризация (декомпозиции) проекта.
- Фазы, функции и подсистемы УП.
- Классификационные признаки и виды проектов.
- Цель и стратегия проекта.
- Сценарии и стратегии развития проектного комплекса.
- Результат проекта.
- Управление параметрами проекта.
- Окружение проектов.
- Проектный цикл.
- Методы управления проектами.
- Организационные структуры УП.
- Участники проектов.

Тема 2. Международные стандарты и сертификация в области проектного управления

- Стандартизация и сертификация в проектном управлении
- Группы стандартов
- Международная сертификация по УП.
- Обзор стандартов проектного управления

Тема 3. Жизненный цикл проекта и его фазы

- Жизненный цикл проекта.
- Фазы, этапы разработки и осуществления инвестиционного проекта.
- Предынвестиционная фаза проекта.
- Состав основных предпроектных документов.

- Инвестиционная фаза проекта.
- Этапы разработки проектной документации.
- ТЭО проекта.
- Организации СМР.
- Эксплуатационная фаза проекта.

Тема 4. Процессы и методы управления проектами

- Планирования проекта
- Информационное обеспечение планирования
- Методы планирования.
- Диаграмма Гантта
- Сетевой график
- Контроль и регулирование проекта
- Мониторинг работ по проекту
- Управление изменениями
- Управление стоимостью проекта
- Бюджетирование проекта
- Управление работами по проекту
- Эффективное управление временем
- Менеджмента качества в проектном управлении
- Управление ресурсами проекта
- Управление закупками и запасами
- Правовое регулирование проекта
- Проектная логистика
- Управление командой проекта
- Управление взаимоотношениями в проекте
- Формирование организационной культуры

Тема 5. Информационное обеспечение проектного управления

- Управления коммуникациями проекта
- Информационная система управления проектами
- Структура ИСУП
- Рынок программного обеспечения управления проектами.

- Информационное обеспечение управления проектами

Тема 6. Инвестиционный проект как объект управления

- Инвестиции
- Инвестиционный проект
- Бизнес-план
- Источники и способы финансирования инвестиционных проектов
- Жизненный цикл инвестиционного проекта
- Предпроектные документы
- Оценка жизнеспособности и финансовой реализуемости проекта
- ТЭО проекта
- Организации СМР
- Денежный поток инвестиционного проекта
- Финансовый анализ инвестиционного проекта
- Система показателей финансовой состоятельности проекта
- Система показателей оценки экономической эффективности
- Ставка дисконтирования
- Коэффициент дисконтирования
- Чистый дисконтированный доход (ЧДД)
- Индекс доходности (ИД)
- Срок окупаемости
- Внутренняя норма доходности (ВНД)
- Запас финансовой устойчивости (ЗФУ)
- Методы учета инфляции

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный,

поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель –

познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное,

составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ

Одной из форм текущего контроля является доклад с презентацией, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада с презентацией является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут

быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;

- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ

Современная практика предлагает широкий круг типов практических занятий. Среди них особое место занимает *дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет

создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «*Основы проектной деятельности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы проектной деятельности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на экзамене особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *экзамене* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к экзамену на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.